

3^e Série, t. XXII. — 1894. — N^o 3.



BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME
ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-DEUXIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 9-12.
(Pl. VII-IX).

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
1894

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Juin 1894

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1^{er} janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France*.

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

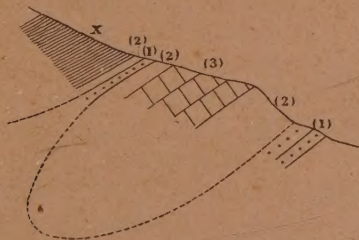
Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

lant certains cipolins et contenant de larges paillettes de mica blanc.

Mais le point important pour la suite est d'établir l'existence de l'anticlinal de ceinture. Je résume donc une seconde fois la suite des observations déjà décrites : si l'on prend pour point de départ la coupe déjà citée du ravin du Plan, on peut constater que les synclinaux intermédiaires figurés dans la masse des quartzites ne se suivent pas longtemps vers le nord ; après les complications presque inextricables qui font un véritable brassage de quartzites et de calcaires le long de la crête 2656, on voit les divers bancs de quartzites se réunissant, avant l'arête qui domine St^e Foy, en une seule masse, formant un seul anticlinal ; c'est dans cet anticlinal que s'ouvre le synclinal de la Grande-Sassière. Des deux masses de quartzites qui l'enclavent, l'une monte à l'est et se suit par une série de pointements, jusqu'au versant italien ; l'autre disparaît d'abord sous la masse énorme des éboulements de Pierre Pointe ; mais de l'autre côté, s'il n'y a plus de quartzite, j'ai retrouvé deux pointements de Houiller au milieu du Trias, et sur la route de Tignes la coupe, donnée page 103, montre un banc de calcaire marbre intercalé, qui représente la suite du synclinal extérieur, et permet ainsi de fixer la place de l'anticlinal de ceinture. Ce même anticlinal ramène encore une bande de Houiller (schistes noirs) directement au milieu des calcaires phylliteux à Orsière, et plus loin des schistes bigarrés permien et des quartzites près de la Reviette. L'observation, à cause des éboulis, n'est plus guère possible jusqu'à la Traversière, où c'est sans nul doute le même anticlinal qui fait reparaitre le

Fig. 4.



Permo-Houiller. Ainsi là, le fait soupçonné au Mt Jovet paraît bien net : la Grande-Sassière est un large pli synclinal brusquement ouvert en forme de cuvette (ou noyau inverse) au milieu d'un anticlinal qui se bifurque et suit les bords de la cuvette en s'étirant.

Il est bon d'appeler dès maintenant l'attention sur les conséquences de cette structure. Si l'on cherche à établir la coupe des bords d'un semblable massif, on trouve une superposition régulière brusquement interrompue par un ou plusieurs bancs isolés, concordants avec le reste, mais plus anciens que ce qui les entoure et représentant l'anticlinal étiré, par exemple comme dans la figure (fig. 4). Supposons que dans cette figure, (1) représente les quartzites, (2) le Muschelkalk inférieur, et (3) le Muschelkalk supérieur; si tous les termes sont découverts, l'interprétation est facile; elle reste claire si le Muschelkalk inférieur s'étire et disparaît au-dessous du banc supérieur de quartzites; mais s'il s'étire également au-dessus de ce banc, l'apparence devient celle d'une série renversée dont x serait le terme le plus ancien. C'est un phénomène semblable qui a fait de Petit-Cœur une énigme célèbre, avec cette différence que là, c'était un synclinal qui était écrasé, et que comme l'âge relatif des schistes x ne pouvait être douteux, le problème était relativement facile à résoudre. Mais dans le cas, où l'âge des schistes x est une des inconnues du problème, on peut dire que la difficulté est inextricable et insoluble; il faut que cet âge soit d'abord établi en d'autres points.

Massifs de ceinture du Grand-Paradis. — Il reste maintenant à aborder l'étude des autres massifs. Dans l'ensemble, ils forment un énorme pâté montagneux, entourant le Grand-Paradis et s'étendant de là, à peu près jusqu'à la ligne qui joint la source de l'Isère à la Vanoise et à Thermignon, dans la vallée de l'Arc, puis à Bramans et au Petit Mt Cenis. Ce grand ensemble est subdivisé en plusieurs parties par des bandes, en général très étroites, de calcaires et de cargneules qui le traversent sur de grandes longueurs.

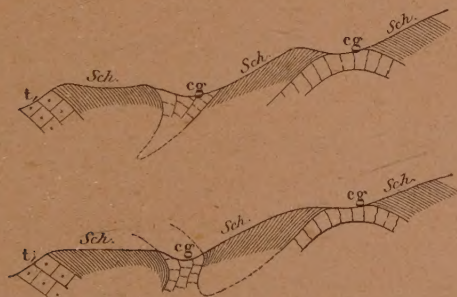
Pour mettre un peu d'ordre dans la description, je prendrai d'abord les massifs complètement ou presque complètement isolés par une ceinture de calcaires triasiques (Sana, Ouglietta, Iseran), puis j'aborderai l'étude du grand massif qui entoure le Grand-Paradis; j'examinerai en dernier lieu le massif (isolé sur ma carte, mais se soudant plus au sud avec le massif principal), que traverse le tunnel de Modane à Bardonnèche, et je terminerai par quelques considérations sur les coupes du Queyras et de l'Ubaye.

Massif de la Sana. — Le massif de la Sana est celui dont M. Termier a déjà décrit un des bords (col de la Leisse et Entre-deux-Eaux) en parlant du massif de la Vanoise. Cette partie ne rentrant qu'indirectement dans le champ d'études de M. Termier, il a adopté

sans discussion l'opinion qui était alors donnée comme définitive, et il a dû considérer les schistes lustrés comme poussés vers l'ouest au-dessus du Trias. M. Termier, du reste, avait bien vu la difficulté ; il faut, dans les schistes lustrés, admettre l'existence de cargneules, et dans les calcaires triasiques sur lesquels ils auraient été poussés, l'intercalation de schistes presque identiques aux schistes lustrés. Ce serait là un exemple, certainement possible, mais bien curieux, de *mimétisme*.

En réalité, le chemin du col de la Leisse, où je suis retourné cette année avec M. Termier, reste, à son avis comme au mien, sur des calcaires phylliteux régulièrement inclinés vers les schistes lustrés ; les calcaires compacts qui y sont intercalés ne sont pas les *calcaires francs* typiques de M. Termier, mais des calcaires jaunâtres magnésiens, qui me paraissent se retrouver à différents niveaux. Je suis donc porté à considérer leur intercalation comme régulière, et non pas comme le résultat d'un pli. Au-dessus de ces assises, sur le flanc du versant de la Sana, on trouve, régulièrement superposée, une série de gypses et de cargneules dans lesquels, à partir du col, commencent à s'intercaler des lentilles de calcaires francs ; cette série représente donc au moins le Muschelkalk supérieur, et peut-être le Trias supérieur. Puis viennent les schistes lustrés, dont la superposition en beaucoup de points, notamment en descendant du col de Fresse, est manifeste et peut se toucher du doigt.

Fig. 5 et 6. — Coupe du versant oriental du ravin de la Leisse (double interprétation)



t., calcaires phylliteux ; cg., cargneules ; Sch., schistes lustrés.

A partir du plan de Nette, et même à partir du Genepy, la coupe devient moins certaine. Les schistes lustrés semblent s'incliner vers le thalweg, c'est-à-dire vers le Trias ; en même temps les calcaires phylliteux *passent latéralement* à des schistes identiques aux schistes

lustrés. Dans un des grands ravins qui sont à l'est du plan de Nette on peut voir la coupe suivante (fig. 5 et 6); les schistes de droite font partie du massif des schistes lustrés; les schistes de gauche passent à quelques centaines de mètres aux calcaires phylliteux; ces deux séries de schistes sont séparées par une vingtaine de mètres de cargneules et sont *indistinguishables*; on ne peut se refuser à voir là un simple synclinal (fig. 5) ou une simple intercalation de cargneules dans les schistes (fig. 6). Or, ces cargneules sont celles qu'on suit sans interruption depuis le lac de Tignes. Plus haut, en plein massif des schistes lustrés, on retrouve un affleurement de calcaires et cargneules triasiques, formant nettement une voûte dans les schistes. Cet anticlinal secondaire explique bien le changement apparent de pendage signalé sur le bord du massif; il suffirait d'ailleurs à rendre inadmissible l'idée du *recouvrement*.

Au nord, le massif de la Sana se termine au-dessus du lac de Tignes par un long promontoire de schistes horizontaux, entourés de tous les côtés par des gypses qui en forment la base. Entre des gypses et des schistes qui s'éboulent facilement, on ne peut pas voir de contact; mais la superposition ne peut guère faire de doute; elle est particulièrement évidente, quand on considère cette pointe, sous un bon éclaircissement, d'un des sommets voisins.

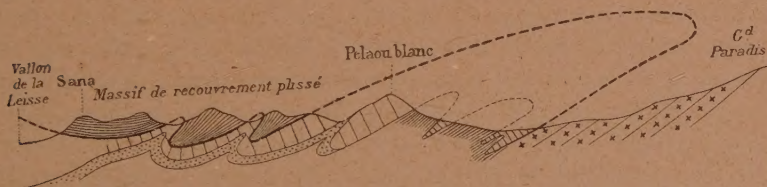
La bordure orientale du massif est très sinueuse; elle montre d'abord, quand on suit la ligne du contact avec les gypses, des lentilles de serpentine, malheureusement sans contact visible; puis elle lance vers l'est un nouveau promontoire assez large où les schistes sont extraordinairement plissotés. Plus loin, le long du Mt Charvet, la série normale du Trias, composée de calcaires phylliteux, de calcaires francs et de cargneules, s'incline régulièrement vers les schistes lustrés. A une centaine de mètres, au-dessus du contact probable, masqué par un Glaciaire assez récent, on trouve *une lentille d'euphotide*. La limite ensuite s'infléchit de nouveau vers l'est; les schistes lustrés poussent une série de pointes au milieu des calcaires sur lesquels ils reposent ou qu'ils recouvrent alternativement. Cette sinuosité des contours et cette alternance de superpositions inverses, indiquent l'existence d'une série de plis isoclinaux *couchés vers l'est*. Le dernier de ces plis limite le massif de schistes lustrés à une bande de calcaires, qui partout, en forme nettement le substratum, et qui va presque rejoindre, dans le vallon de la Rocheure, celle du col de la Leisse.

En résumé, le massif de la Sana est, *dans son ensemble*, superposé aux calcaires triasiques; ceux-ci pénètrent seulement dans le

massif par une série d'indentations correspondant à une série de plis couchés, qui, par conséquent, montrent sur leur flanc occidental le calcaire au-dessus des schistes. Dans l'hypothèse d'un recouvrement, il faudrait supposer sur le bord du Grand-Paradis un grand pli *couché vers l'ouest*, alors que tous les pendages sont vers l'ouest, supposer en d'autres termes que la dénudation a enlevé non seulement toute trace de la charnière synclinale, mais même toute trace de l'inflexion des couches qui l'annoncerait ; il faudrait de plus, supposer que cette masse de recouvrement a été postérieurement affectée d'un système de plis couchés en sens inverse du mouvement principal (fig. 7). Cela n'est pas rigoureusement impossible ; mais cela est bien compliqué et bien invraisemblable. De plus, la coupe du Plan de Nette, avec la voûte irrégulière de cagneules triasiques dans les schistes lustrés, resterait inexpliquée et inexplicable.

J'ajoute maintenant que, si, en face du promontoire de la Thouvière, on va explorer, sur l'autre versant du lac, le chemin du col de la Tourne, on trouve, sous les rochers de Chardonnell, une masse importante de schistes noirs, intercalés sans doute possible dans les calcaires triasiques. C'est le niveau des schistes décrits par M. Termier près de Pralognan ; ils sont là un peu plus métamorphiques qu'à

Fig. 7. — Coupe du Grand-Paradis à la Sana, dans l'hypothèse d'un recouvrement.



Le trait plein et le trait ponctué qui le prolonge, indiquent le trajet qu'ont dû subir les schistes lustrés, si, malgré leur position *actuelle*, on les suppose antérieurs au Trias.

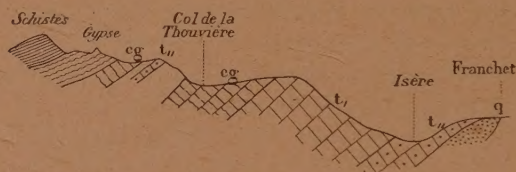
Pralognan, et M. Termier, qui les a visités, les a rapportés sans hésitation au Trias ; or, ce métamorphisme un peu plus accentué suffit à les rendre tout semblables à ceux de la Sana. C'est, avec moins de netteté, le même passage latéral qu'à Picheri.

Il faut donc, là encore comme à la Grande-Sassière, conclure que les schistes lustrés sont plus récents au moins que la base du Trias. Si l'on se bornait à l'examen du massif, les preuves seraient sans doute moins irrésistibles qu'à la Grande-Sassière. Mais comme

l'identité des schistes ne peut être mise en doute, ces preuves s'ajoutent et sont alors sans réplique.

Il reste pourtant une difficulté : les schistes de la Grande-Sassière sont superposés au Trias inférieur ; ceux de la Sana semblent *super-*

Fig. 8. — Coupe de Franchet à la Thouvière.

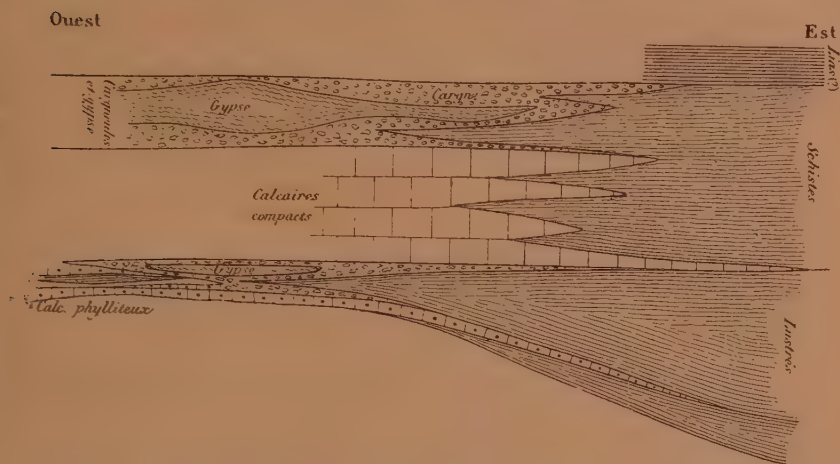


q, quartzites ; t_u , calcaires phylliteux ; t_c , calcaires compactes ; cg, cargneules.

posés au Trias supérieur. La coupe de la vallée de l'Isère à la Thouvière ne m'a pas paru, en effet, susceptible de deux interprétations (fig. 8) : quartzites à Franchet, calcaires marbres et calcaires phylliteux dans les gorges (avec une brusque et curieuse intercalation de schistes noirs près du pont détruit de l'ancien chemin de Val d'Isère), puis la grande masse des calcaires francs, formant escarpement et surmontés par les cargneules du col de la Thouvière ; tous les termes de la série typique se présentent donc dans leur ordre normal. Il est vrai que la crête, que longe le chemin, avant de descendre sur le lac laisse réapparaître les calcaires francs et les calcaires phylliteux ; c'est la trace d'un pointement anticlinal, qu'on voit commencer sur les bords du lac, mais que je n'ai pu suivre plus loin, vers l'est, dans les cargneules (et calcaires cariés) très développées au pied de Bellegarde. Peut-on en conclure que les cargneules que sépare ce pointement ne sont pas du même âge ? L'interprétation semblerait un peu forcée ; d'autant plus qu'il faudrait continuer très loin vers le sud cet *anticlinal virtuel*. Je compte reprendre en détail l'examen de cette ceinture, que j'ai pourtant bien des fois parcourue ; mais jusqu'à nouvel ordre, tous les indices sont pour que les schistes lustrés de la Thouvière soient superposés à tout le Trias, ou du moins, pour qu'ils n'en représentent que la partie tout à fait supérieure, peut-être unie au Jurassique. La coupe du plan de Nette devrait alors recevoir l'interprétation indiquée dans la fig. 6. Au point de vue théorique, le passage vers l'est des calcaires triasiques aux schistes lustrés, se ferait d'abord pour la partie inférieure, puis pour la partie supérieure, et plus loin seulement pour la partie moyenne, conformément au schéma ci-joint (fig. 9).

Le massif de la Sana, contrairement à ce que j'ai dit d'abord (1) n'est pas comparable pour sa structure aux massifs précédents. On est là en face, non pas d'un noyau, mais d'une zone d'abaissement de l'axe des plis successifs, à peu près normalement à leur direc-

Fig. 9. — Schéma théorique du passage du Trias calcaire aux schistes lustrés.



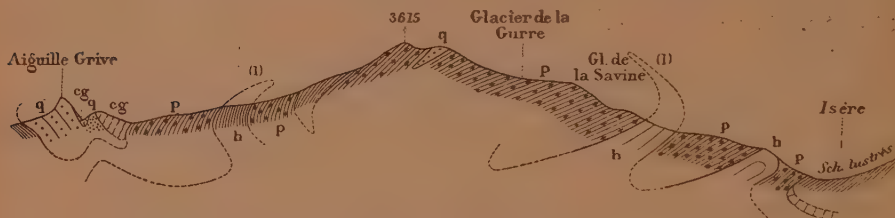
tion. Ces plis, sans être pour cela interrompus, ne laissent plus dans cette zone abaissée affleurer que les schistes lustrés ; mais il n'y a pas d'anticlinal étiré entourant le massif, comme suffiraient à le montrer le seul examen des contours et des indentations de calcaires pénétrant dans les schistes.

Massif de l'Iseran. — Le massif du Mont Iseran fournit un nouvel exemple de cette sorte de structure. J'ai expliqué comment on pouvait le relier à la coupe des gorges du Prarion, près des sources de l'Isère. Cette coupe montre une série puissante de calcaires, dont on peut suivre sur la rive gauche tous les contournements, et dans lesquels s'intercalent sur la rive droite deux bandes schisteuses, très semblables aux schistes lustrés. Pour la première (en amont des gorges et au-dessus du ravin du Nécelet), je n'ai pas le moyen de décider s'il s'agit d'une simple intercalation ou d'un pli anticlinal ; mais pour la seconde, les contournements *visibles* des couches, aussi bien que leur succession montrent incontestablement qu'il s'agit d'un pli synclinal. Les schistes (fig. 10) (fig. 14 de l'autre note), sont enclavés entre deux bandes de calcaires francs,

(1) C. R. Ac. Sc., 22 janvier 1894.

auxquels succèdent de part et d'autre les calcaires phylliteux. Or, cette bande synclinale, représentant déjà un terme élevé du Trias, traverse l'Isère, s'élargit, et va au sud, grâce à la terminaison des

Fig. 10. — Coupe du Mont Pourri de l'est à l'ouest ($\frac{1}{80000}$)



h, Houiller; p, Permien et Permo-Houiller métamorphique; q, quartzite; cg, cargneules.

Le pli marqué (1) n'est dans cette coupe qu'un même pli sinueux, rencontré deux fois par la seconde ligne de coupe.

calcaires intermédiaires sous la pointe du Vallon, rejoindre la bande d'amont, pour former avec elle la masse du Mont Iseran avec l'arête des Lessières.

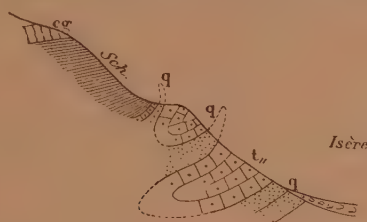
Le nouveau massif de schistes lustrés ainsi formé est limité à l'est par une bande étroite de calcaires et de cargneules très cristallins, *prolongation ininterrompue* du Trias du Prarion. Cette bande passe au col de Pers, où j'ai signalé son allure anticlinale (présence des quartzites); elle suit de là, le vallon jusqu'au chemin du col du Mt Iseran, puis remonte en ligne droite jusqu'au pied de l'Ouille de Trétètes et au glacier des Roches. Je ne l'ai pas suivie plus loin, et je ne sais encore s'il faut, comme l'indiqueraient les directions, la faire correspondre aux affleurements de la Fesse, au-dessus de Lans-le-Villars.

A l'ouest, une autre bande de calcaires triasiques avec quelques pointements de quartzites sépare le massif de celui de la Sana; cette bande part du Val d'Isère, suit le ravin de l'Arselle, forme les sommets de l'Arselle et du Pelaou Blanc, puis va par le glacier des Fours au-dessous de la pointe du Pisset rejoindre le vallon de la Rocheure. Elle arrive là, près de Font Gaillarde, presque au contact de la bande du col de la Leisse; mais, au lieu de se souder avec elle, elle remonte, d'après les observations de M. Termier, jusqu'en haut du Vallon Brun, où elle forme une voûte surbaissée, plongeant de part et d'autre sous les schistes lustrés des sommets voisins. Là encore, de nouvelles cour-

ses sont nécessaires pour connaître la continuation ; mais il est très probable qu'elle va se raccorder (avec ou sans interruption) aux affleurements déjà signalés de la Fesse, qui semblent en effet former un double pli anticlinal. Le massif de l'Iseran viendrait ainsi se fermer au-dessus de Lanslebourg.

Cette seconde bande est beaucoup plus complexe que la première. Au-dessus du Val d'Isère, la complication est extrême, et tout à fait

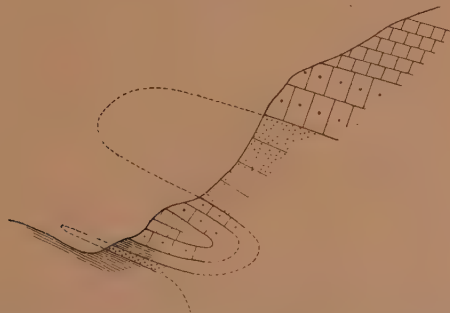
Fig. 11. — Coupe au-dessus du Val de l'Isère (rive gauche).



q, quartzites ; t, Muschelkalk inférieur ; cg, cargneules.

de même ordre que celle que j'ai décrite (voir note précédente fig. 11) entre le Fornet et les Lessières. Dans l'escarpement de la rive gauche de l'Isère, les quartzites reparaissent à trois niveaux, trois fois surmontés par les calcaires marbres et les calcaires phylliteux, (fig. 11). C'est au-dessus de cet ensemble que reposent presque horizontalement les schistes lustrés du sommet 2243. Les éboulis et les près

Fig. 12. — Coupe au confluent de l'Arselle.



Les quartzites, marqués en pointillés, forment à la base une intercalation d'un mètre entre les schistes lustrés et les calcaires phylliteux, eux-mêmes très schisteux ; plus haut, ils forment une intercalation puissante au milieu des calcaires phylliteux.

empêchent de voir le contact ; mais c'est la dernière bande calcaire qui semble partout former l'affleurement le plus voisin des schistes.

Vu sa minceur, il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'elle s'étirât par places, et la signification de la coupe n'en serait pas changée. Or, c'est justement ce qui se produit un peu à l'ouest dans la vallée du Manchet; en face du Jozerey les quartzites s'appuient directement sur les schistes lustrés, et on retrouve la même disposition au confluent du ravin de l'Arselle. Cette dernière coupe est très remarquable; elle a déjà été donnée par M. Zaccagna, mais en y introduisant une discordance absolument contraire à tout ce que j'ai pu observer. Le premier banc des quartzites (fig. 12) n'a que 3 mètres et est suivi de schistes noirs avec calcaires lustrés, épais de 6 mètres, et ressemblant beaucoup aux schistes lustrés de la base. Puis viennent 30 mètres de calcaires, surmontés de nouveau par une grande épaisseur de quartzites; à mi-hauteur de l'escarpement (300 mètres environ) reviennent les calcaires (calcaires phylliteux et calcaires compacts). Dans cette coupe, l'existence d'un *synclinal écrasé* est manifeste, et la conclusion qu'elle semble indiquer, c'est que ce *synclinal écrasé* repose sur les schistes lustrés plus anciens et par conséquent antétriasiques. Mais la coupe voisine du Val d'Isère doit faire naître le soupçon qu'il peut y avoir là aussi un *anticlinal*

Fig.13 et 14.— Contact des quartzites, des calcaires et des schistes au-dessus de l'Arselle.



écrasé au-dessous du *synclinal*; cela est d'autant plus probable qu'au fond, d'après le tracé des plis voisins, c'est la même coupe qui, non visible dans l'intervalle, a tourné autour du massif de schistes lustrés; et la preuve s'en trouve dans ce fait, que le banc des quartzites inférieurs, suivi plus à l'est, ne reste pas en contact avec les schistes lustrés, mais forme le centre d'un *anticlinal* flanqué des deux côtés de calcaires triasiques et contenant même en son centre un peu de

Permien. Cet anticlinal est d'ailleurs remarquable à plusieurs points de vue, d'abord par la limite curieusement zigzagüée, qu'il permet de suivre au-dessus de la cascade de l'Arselle, entre les quartzites et les calcaires, *avec discordance apparente des schistes qu'ils surplombent* (fig. 13 et 14) ; ensuite par les nombreux morceaux de Permien métamorphique dont il a semé le sommet calcaire du Pelaou Blanc. Ce sommet (3200^m environ) qui n'est dominé que de quelques centaines de mètres par les sommets déjà éloignés de la Vanoise ou de la crête frontière, est formé de calcaires triasiques reposant normalement, comme nous le verrons, sur les schistes lustrés ; aussi l'étonnement est-il grand d'en trouver la surface couverte de fragments de schistes cristallins. Aucun apport glaciaire n'est possible, vu la situation topographique ; il faut donc admettre que ces fragments sont le produit du démantèlement sur place d'une nappe permo-houillère qui recouvrait le sommet. L'anticlinal dont je viens de parler en donne l'explication.

Malgré l'extrême complication de ce petit coin, toutes les données notées dans mes visites successives se trouvent tellement d'accord avec la solution qui s'en est finalement dégagée, qu'elle ne fait pour moi l'objet d'aucun doute. Il n'est pas jusqu'à la petite bande de schistes noirs (de 6^m d'épaisseur), signalée dans la coupe du Manchet, au-dessus des premiers quartzites, qui ne se retrouve, plus développée, sur le même flanc de l'anticlinal, le long du ravin oriental du glacier des Fours, et les points où disparaissent les deux bandes de quartzites correspondent à la ligne générale d'abaissement de tous les plis, indiquée à propos de la Sana. La superposition locale des quartzites aux schistes lustrés s'explique donc d'une manière très satisfaisante et ne peut pas créer un argument en faveur de l'antériorité de ces schistes.

Il résulte de ces développements que les pics de l'Arselle et du Pelaou Blanc correspondent dans leur ensemble à un pli synclinal. Cette remarque est utile pour interpréter une observation intéressante de M. P. Lory. M. P. Lory a vu, au-dessus du sommet du Pelaou Blanc, sur le flanc est, un filon et un épanchement de serpentine, qui, au dire du guide Blanc qui nous a tous deux accompagnés, et qui connaît bien les roches du pays, était masqué par la neige lors de ma visite. Voici ce que m'écrit M. Lory à ce sujet : « au N. et à l'E. du Pelaou Blanc, les calcaires du sommet reposent, non pas directement sur les schistes lustrés, mais sur *un épanchement de serpentine*. On voit cette roche, partie fibreuse, partie compacte, traverser les schistes en un *filon* puissant, pourvu d'une salbande

blanchâtre. Cette roche éruptive ne traverse pas les calcaires, autant que je l'aie vu ; elle s'intercale en nappe entre les schistes et les calcaires. Sur la serpentine on observe la succession suivante : marbre phylliteux ressemblant à un cipolin ; roche verte du type ordinaire ; calcaire à zones siliceuses, calcaire franc du sommet. »

Cette observation de M. P. Lory est importante à un double point de vue : elle montre que là, les schistes lustrés sont bien normalement au-dessous des calcaires triasiques, et qu'ils ne peuvent représenter qu'un terme très inférieur du Trias (base des calcaires phylliteux ou quartzites) ou un terme plus ancien. Cette dernière hypothèse me semble à rejeter, non pas seulement à cause de l'ensemble des faits discutés dans cette étude, mais parce qu'au pic voisin de l'Arselle, les schistes alternent avec les premiers calcaires. De plus, elle fournit une donnée sur l'âge de la serpentine, donnée encore insuffisante, il est vrai, parce que l'intercalation de la serpentine entre les schistes et les calcaires peut être le résultat d'une intrusion postérieure et non d'une coulée contemporaine. Il n'en est pas moins remarquable, que partout où des intercalations de ce genre peuvent se dater (Mt Jovet, le Chatelard), elles se placent dans le Muschelkalk inférieur.

La serpentine du Pelaou Blanc fait partie d'une double bande de roches vertes (roches quartzo-chloriteuses) qu'on peut suivre d'une part entre le lac de l'Ouglietta et le glacier des Lessières, de l'autre sur le flanc oriental de l'arête des Lessières. Ces deux bandes se rapprochent dans les escarpements qui sont au-dessous de l'Arselle et du Pelaou Blanc ; elles vont passer au col des Fours (sommet et descente sur Val d'Isère), et elles se retrouvent à la pointe de Méan Martin (arête qui limite le glacier des Fours, serpentine et euphotide), et jusqu'au-dessus du glacier de Véfrette. Toutes ces bandes de roches vertes, malgré leur intermittence et leurs renflements locaux, me semblent à peu près rigoureusement interstratifiées, et quand on aura pu les suivre exactement, ce qui exigera des courses longues et fatigantes, je ne doute pas qu'elles ne puissent fournir de précieuses données stratigraphiques.

Les cargneules et calcaires du lac Ouglietta, situés précisément entre ces deux bandes de roches vertes, me semblent jusqu'à nouvel ordre *interstratifiés dans les schistes* : je n'ai pas du moins reconnu de pli anticlinal ou synclinal, auquel ces affleurements fassent suite ; mais je ne peux encore rien affirmer à ce sujet.

En résumé, pour le massif de l'Iseran, le fait capital est que la plus grande partie du massif est l'épanouissement d'un synclinal

de Trias supérieur, marqué d'une manière incontestable dans les gorges de l'Isère. Le reste du massif, où la continuité indique l'existence au moins de deux autres plis, serait formé par un équivalent latéral schisteux du Trias moyen et supérieur, mais on ne voit pas les passages latéraux comme à Picheri. L'étude du contact avec les bandes triasiques qui limitent le massif (col Pers, Vallon Brun) est également favorable à la solution triasique, la seule indication contraire qui semblerait d'abord résulter de la coupe du Manchet, se transforme dans le même sens, quand on rapproche la coupe des coupes voisines. Si à ces arguments de valeur différente, on ajoute que les schistes de l'Iseran sont lithologiquement les mêmes que ceux de la Sassièrè et de la Sana, et qu'ils sont même, par Font Gaillarde, en continuité avec ces derniers, leur attribution au Trias ne peut plus faire de doute.

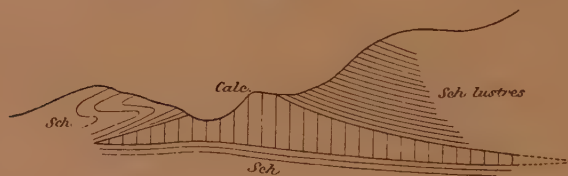
Massif de bordure du Grand-Paradis et du Mont Cenis. — L'identité de ces schistes avec les précédents est complète; la continuité de la bande calcaire qui séparerait ces deux massifs n'est même pas établie, et cette bande, comme je l'ai déjà dit, forme au Vallon Brun, une voûte régulière qui plonge de part et d'autre sous les schistes de l'un et de l'autre massif. La même solution s'impose donc à priori; mais il importe, là encore, d'examiner les faits en eux-mêmes, et de voir si, nulle part, ils ne semblent impliquer de contradiction.

Je rappelle d'abord que, sur le bord du massif du Grand-Paradis, il y a parfaite concordance entre les gneiss et les schistes, le passage se faisant par des schistes micacés, qui ne deviennent calcarifères qu'à une certaine distance du massif cristallin. Près de la base de ces schistes micacés, par places, même au contact direct des gneiss, s'intercale une bande de calcaires et de cargneules que j'ai pu suivre sans discontinuité sur une longueur de 12 kilomètres. Une seconde bande, également continue sur la même longueur, arrive à dépasser 100 mètres de puissance, et se poursuit même par intermittences jusqu'à 6 kilomètres plus à l'ouest, auprès des chalets de Cueigne. Ces deux trainées *incontestablement triasiques* sont même séparées, près des Verdettes, par une troisième bande calcaire de même composition. Au-dessous de l'Ouille de Rei, j'ai trouvé un peu de serpentine intercalée dans ces calcaires.

Sur la rive gauche de l'Arc, les calcaires ne sont pas continus; mais des traces intermittentes s'en retrouvent à des niveaux correspondants: en face de Bonneval et sous le roc de Parei pour le niveau inférieur; vallon d'Audagne et flanc sud de la pointe d'Au-

tagne pour le niveau supérieur. Je dois même ajouter que le troisième de ces affleurements m'a paru (fig. 15) se terminer lenticulairement dans tous les sens, et que, s'il est trop restreint pour fournir à lui seul un argument décisif, il présente au moins toutes les apparences d'un passage latéral. J'ai expliqué d'ailleurs, qu'à moins d'admettre l'intercalation régulière, par sédimentation, des calcaires dans les schistes, cette disposition mène à concevoir l'exis-

Fig. 15.



tence d'un grand pli, couché sur près de 12 kilomètres et presque horizontalement au-dessus de la pointe du massif cristallin. Ce pli ne peut être qu'un pli synclinal, et en essayant de le reconstituer, on ne lui trouve une forme admissible que si les bandes de calcaires en forment les bords, et si, par conséquent, les schistes intercalés en occupent le centre. On retombe donc toujours ainsi sur la solution triasique. Je rappelle encore que c'est dans le centre de ce pli que se trouverait l'énorme développement des roches vertes du sud du Grand-Paradis.

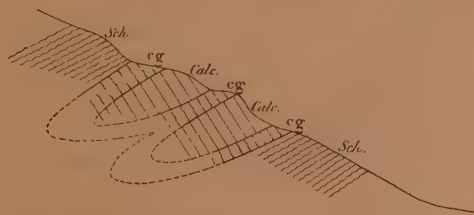
C'est également à l'intérieur de ce pli que se trouvent les micaschistes dont j'ai parlé. A la rigueur cette position ne serait pas incompatible avec un âge plus ancien, si l'on suppose une grande sinuosité du fond de la charnière synclinale. Mais, sous l'Ouillarse et surtout sous l'Ouille du Midi, au-dessus du glacier du Vallonnet, l'alternance avec les schistes lustrés est si manifeste, et tant de fois répétée, qu'il m'a fallu renoncer à cette interprétation : les micaschistes sont intercalés dans les schistes lustrés, et par conséquent sont triasiques, si les schistes lustrés le sont. D'ailleurs, à la montée du col de la Galise, au-dessus du Val d'Isère, c'est-à-dire dans la continuation de la même zone de bordure du Grand-Paradis, M. Termier et moi nous n'avons pu trouver aucune séparation à établir entre les micaschistes et les schistes lustrés qu'on y rencontre alternativement.

Passons maintenant aux autres points où les schistes lustrés du massif sont en contact avec des calcaires triasiques. Je citerai d'abord

les affleurements isolés (du moins en apparence) de la rive droite de l'Arc, au-dessous de Lanslebourg et de Lans-le-Villard ; quoiqu'ils ne puissent guère apporter d'arguments dans un sens ou dans l'autre, je dois en parler parce que c'est un des points où M. Zaccagna signale une discordance. J'ai tenu pour cette raison à revoir cette année, les lieux avec M. Termier ; j'ai pu toucher les contacts en plusieurs points. Partout la concordance est parfaite, et d'autant plus remarquable qu'il s'agit de couches à peu près horizontales. Les bancs de schistes lustrés, qui sont ordinairement plissotés, forment au contraire près du contact de grandes dalles planes sur lesquelles reposent les cargneules ou les calcaires. Ce changement local d'allures tient évidemment aux conditions différentes de résistance, créées par le voisinage d'une masse moins plastique ; c'est par un phénomène semblable que dans les calcaires phylliteux les petits lits de phyllites ou les petites bandes siliceuses dessinent souvent une série de plissements et de zigzags, où l'on peut étudier en petit tous les accidents de structure des plis couchés et étirés, tandis que la limite des bancs reste à peu près plane et régulière.

La trainée calcaire de la Fesse comprend deux bandes calcaires (probablement calcaires moyens, je n'ai pas vu de calcaires phylliteux) et deux bandes de cargneules. La bande inférieure de calcaire ne commence qu'à la Fesse, à peu près en face du point où finit la bande supérieure. Ces données sont évidemment insuffisantes pour décider si l'on a affaire à une simple intercalation, à un double pli synclinal, ou à un double pli anticlinal ; c'est cette dernière hypothèse que représentent les pointillés de la coupe (fig. 16) ; c'est elle

Fig. 16. — Coupe de la bande calcaire de la Fesse.



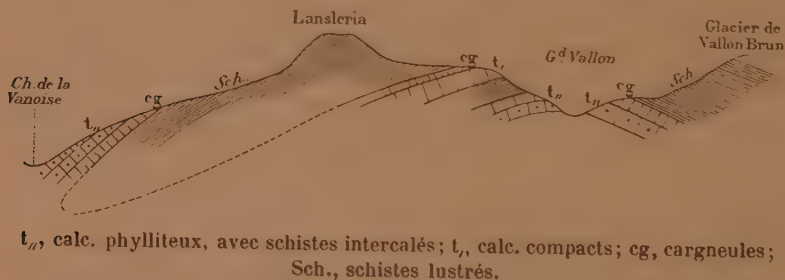
qu'il faudrait adopter, si les deux bandes du col Pers et du Vallon Brun venaient, comme je le suppose provisoirement, se réunir en ce point.

Un autre pointement (gypses et calcaires) traverse la vallée de l'Arc entre Lanslebourg et Thermignon ; c'est sans doute la réap-

parition de la même bande, ou au moins d'un des deux plis qui la composent.

Dans le vallon de la Rocheure, au-dessus d'Entre-deux-Eaux, les schistes lustrés sont nettement superposés aux calcaires sur plus de 4 kilomètres. C'est le pendant symétrique de la superposition décrite par M. Termier sur l'autre rive. Or, de même que sur l'autre rive on voit au plan de Nette des schistes lustrés, au-dessus des cargneules qui suivent le contact, se substituer latéralement aux calcaires phylliteux, on voit là, vers le pied est de la pointe de Lansleria, dans les ravins affluents du Grand Vallon, de véritables schistes lustrés s'intercaler dans les calcaires, au-dessus des cargneules qui forment la base du grand massif du Roc Noir. De plus, si l'on passe, au pied du signal de Lansleria, le col qui mène à la vallée de Thermignon, on voit les schistes lustrés, d'abord à peu près horizontaux, s'incliner progressivement vers l'ouest et passer sous les cargneules, continuation de celles sur lesquelles ils reposaient de l'autre côté du col. A partir de Thermignon, le pendage (toujours sans passer par la verticale) redevient inverse, et les schistes lustrés reposent (rive gauche de l'Arc, chemin de la forêt d'Arc) sur les calcaires triasiques. C'est l'indice bien certain, (fig. 17), que les deux arêtes

Fig. 17. — Coupe N.-E. S.-O. de la pointe de Lansleria ($\frac{1}{80000}$)



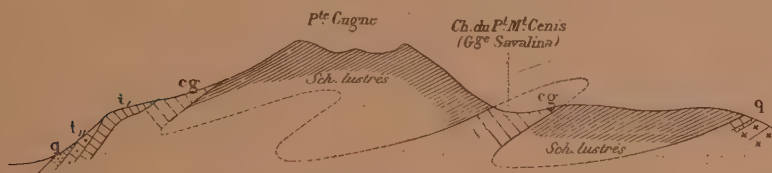
qui descendent de la Pointe du Grand Vallon (arête de Lansleria) forment l'axe d'un pli isoclinal, qui peut être synclinal ou anticlinal. Mais comme les schistes ne plongent sous les cargneules que le long d'une ligne de 3 kilomètres de développement, *sur un seul côté du massif*, tandis que de tous les autres côtés les schistes sont superposés aux calcaires, le choix s'impose pour le pli synclinal. Si les schistes lustrés étaient antérieurs au Trias, il faudrait conclure, comme je l'ai dit pour la Sana, que le massif est un massif de recouvrement (dont l'origine, qu'il faut chercher à l'est, reste inexplic-

cable), et que de plus cette nappe de recouvrement a été, postérieurement au charriage vers l'ouest, plissée en synclinal couché vers l'est.

Le calcaire et les cargneules du ravin de Thermignon, ceux sous lesquels plongent les schistes lustrés, à l'est du chemin du col de la Vanoise, doivent d'ailleurs pour une autre raison représenter un pli anticlinal. En effet, si on les suit jusqu'au sud de Thermignon, de l'autre côté de l'Arc, on voit pointer au milieu de ces calcaires une masse importante de quartzites, inclinés vers la vallée (extrémité gauche de la fig. 18).

La partie la plus méridionale du massif, celle qui est située entre l'Arc et le lac du M^t Cenis, forme une pointe (M^t Froid, Pointe Cugne) séparée des schistes lustrés de Modane et de Bardonnèche par les larges atteleurements triasiques de la vallée de Bramans et de Bellecombe, et isolée également sur le versant italien, par ceux du chemin du Petit M^t Cenis à l'hospice. La bande triasique devient sur ce versant de plus en plus étroite, mais elle ne s'en continue pas moins, d'après les renseignements que m'a donnés M. Mattiolo, au moins jusqu'au-dessus de Novalesa. Le promontoire ainsi isolé est formé de schistes assez inclinés, mais plongeant uniformément vers l'ouest, ou plutôt vers le sud-ouest. Sauf en un point, près de Thermignon, où ils sont en contact avec les calcaires compacts (Trias moyen), les schistes sont partout en contact avec les gypses et les cargneules. Ces derniers semblent être du Trias supérieur; mais, faute de critérium minéralogique certain, et par suite de la possibilité de plis répétés, il est impossible d'être absolument affirmatif sur ce dernier point; d'autant plus que j'ai trouvé dans ces

Fig. 18. — Coupe du massif du Mont Froid (P^{te} Cugne), $\left(\frac{1}{80000}\right)$



cargneules un petit pointement de quartzites au pied de la Grande Turra, et un pointement de calcaires phylliteux au pied sud du M^t Froid. C'est exactement la même difficulté qu'à la Thouvrière. En tout cas, ces pointements mêmes tendraient à indiquer que les indentations des cargneules dans les schistes correspondent à des

anticlinaux et se joindraient, par conséquent, aux autres données pour faire considérer la pointe du M^t Froid comme un grand synclinal, compliqué de plis secondaires. C'est cette interprétation qu'indique la coupe (fig. 18).

Si l'on considère ce promontoire du M^t Froid en lui-même, et indépendamment du reste du massif, l'hypothèse d'un grand anticlinal ramenant là au jour des schistes lustrés plus anciens que le Trias, tout en n'étant pas la plus vraisemblable, ne serait pas complètement inadmissible. La principale objection me semblerait tirée des rapides plongées qu'il faudrait supposer à l'arête axiale de cet anticlinal. En effet, en face de la pointe du M^t Froid, à mi-distance environ entre cette pointe et la pointe opposée du massif de Bardonnèche, on retrouve, aux chalets du Jeu, un petit pointement de schistes lustrés, complètement entourés de cargneules, auxquelles ils sont superposés au S.-E. et sous lesquels ils plongent au N.-O. Il faut admettre alors que, dans l'intervalle, qui est de trois kilomètres, l'arête supérieure de la voûte de schistes lustrés, (trait plein de la figure 19) s'enfonce assez rapidement pour que, malgré un abaissement du sol de près de 1,000 mètres, elle soit restée recouverte de son manteau triasique, puis qu'elle remonte au jour à la cote 2285; il faut admettre encore, qu'entre ce point et Bramans, elle s'enfonce de nouveau au-dessous de la cote 1300, pour remonter à plus de 3,000 mètres dans le massif du tunnel (fig. 19). Cela n'est

Fig. 19. — Ondulations *en direction* de l'arête axiale du pli du M^t Froid, suivant l'hypothèse d'un pli anticlinal (trait plein) ou d'un pli synclinal (trait ponctué).



sans doute pas impossible, mais c'est une allure assez inusitée, et, s'il s'agit au contraire de pointements synclinaux, les ondulations qu'il faut supposer à la ligne de fond (trait ponctué de la figure) sont bien plus faibles et bien plus naturelles.

Quant à la bande triasique du lac (calcaires et cargneules), je n'ai guère pu l'étudier par moi-même. La coupe de Bellecombe (pl. V de ma première note) donne pourtant un point de départ qui permet de supposer que cette bande est anticlinale; il est vrai que l'anticlinal pourrait être un pli secondaire au milieu d'un

synclinal plus large. Je n'ai pas d'éléments suffisants pour discuter la question.

Le point important est qu'à peu de distance de la frontière, entre cette bande et les schistes cristallins du Petit M^t Cenis, s'intercalent de nouveau les schistes lustrés. A la base de ces schistes, en haut des premiers grands lacets de la route de Suse, M. Zaccagna indique quelques bancs de calcaires et de quartzites cristallins; je les ai vus avec lui, mais à un moment où je ne connaissais pas encore assez la région, pour en rapporter une impression personnelle. Je ne veux donc pas en tirer un argument, quoique je ne doute pas aujourd'hui que ces bancs ne soient triasiques.

Dans la vallée de la Doire, près d'Exiles, M. Mattiolo m'a montré, dans une situation analogue, un petit affleurement de schistes lustrés entre le massif cristallin et la bande triasique que j'ai montrée être la continuation de celle de Bellecombe et du lac du M^t Cenis. Le versant est de la pointe de la Mulatera, que j'ai visité un peu rapidement avec M. Mattiolo, me paraît devoir aussi fournir un exemple semblable avec des données plus précises. Si les schistes lustrés sont paléozoïques, ces coupes constituent une objection à peu près irréfutable à l'âge permo-houiller des assises cristallines; si, au contraire, on regarde cet âge permo-houiller comme démontré par les arguments précédemment indiqués, les schistes lustrés, incontestablement plus récents, ne peuvent être que triasiques, et l'on retrouve ainsi par une autre voie le résultat qui ressort partout, tantôt comme probable, tantôt comme certain, de tous les détails de cette étude.

En résumé, dans le massif du M^t Cenis, les coupes des environs de Bonneval et celles de Thermignon à Entre-deux-Eaux, restent à peu près inexplicables si les schistes lustrés ne sont pas triasiques. Les autres coupes s'expliquent mieux avec cette solution, sans suffire pourtant à l'imposer; mais, comme il ne s'agit pas de trouver des solutions isolées, mais une solution d'ensemble, la conclusion, semblable aux précédentes, est encore l'attribution des schistes lustrés au Trias.

Massif de Bardonnèche. — Ce grand massif, qu'a traversé le tunnel du M^t Cenis, va, au sud de la Doire, se souder au massif précédent, et s'étend alors d'une manière ininterrompue jusqu'au Queyras et à l'Ubaye. Il montre partout la même structure monoclinale, avec pendage vers l'ouest ou le nord-ouest.

La partie la plus explorée et la plus souvent décrite est naturel-

lement celle qui borde la vallée de l'Arc et la vallée du col de Fréjus (parallèlement au tunnel). Lory a dit que, le long de l'Arc, les schistes lustrés étaient superposés au Trias de l'Esseillon, et Alph. Favre a confirmé cette manière de voir en donnant la coupe du ravin de Nant, où le gypse s'enfonce sous les schistes lustrés. Quant au côté ouest, le long du tunnel, le plongement des schistes lustrés sous les calcaires est incontestable, mais Lory rapportait ces calcaires au Lias (calcaires du Briançonnais).

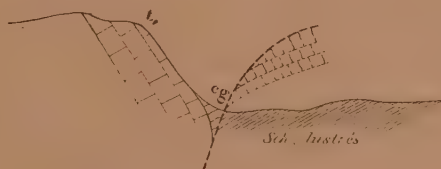
Après une étude très minutieuse de cette partie, et quoique la visite de la Société géologique en 1859 ait semblé donner raison à ses conclusions, je crois que Lory a été induit en erreur par quelques observations locales, et que dans son ensemble, la masse des schistes lustrés plonge sous le Trias de la vallée. Seulement, comme au M^t Froid et comme à la Sana, la limite des schistes lustrés n'est pas une limite rectiligne; autant que les éboulis et les bois permettent de la relever, elle dessine une série de rentrants et de saillies, correspondant au passage d'autant de plis secondaires. Ces plis étant isoclinaux, sur un des côtés de chaque indentation, le Trias plonge sous les schistes, tandis que l'inverse a lieu sur le côté opposé. Mais, je le répète, dans l'ensemble, de Bramans à Modane, le pendage est vers la vallée et les schistes passent sous le Trias. Il n'y a d'ailleurs rien à conclure de cette disposition, qui est la même que celle du M^t Froid et du pointement intermédiaire des châteaux du Jeu; nous avons affaire à un massif isoclinal, et il n'y a d'autre raison de croire ce massif synclinal que la continuité avec les coupes voisines. On peut remarquer pourtant que le contact ne se fait nulle part avec les quartzites, et que (sauf à Villarodin), il se fait presque partout avec les cargneules et les gypses que je rapporte au Trias supérieur; mais cette attribution, comme je l'ai dit plusieurs fois, reste toujours entachée d'un certain doute, à cause de l'existence d'un niveau inférieur de cargneules et de gypses.

Il est bon de signaler ici le pointement connu d'euphotide de Villarodin, qui, autant qu'on peut le conjecturer, se trouve *exactement* à la limite des schistes et du calcaire. Ce pointement est assez singulier, en ce sens qu'il n'est décelé que par un énorme amoncellement de blocs; personne à ma connaissance n'a jamais réussi à trouver la roche en place. D'autre part, les blocs sont si nombreux, si exempts de mélange avec tout bloc d'autre nature, si uniformément absents dans les éboulements ou dans le Glaciaire voisin, qu'on ne peut douter qu'ils ne viennent du substratum immédiat. J'ai seulement réussi à trouver, un peu à l'est, dans les schistes lustrés, des

intercalations de bancs verts, qui paraissent être dus à une pénétration de l'euphotide. Comme il n'y a pas trace de filons ni d'injection dans les calcaires, il semble qu'il faut en conclure, comme au Pelaou Blanc, que lors de la venue de l'euphotide, les calcaires étaient superposés aux schistes, et que, sans se laisser entamer ni sans subir d'action visible, ils ont formé un plan d'arrêt à l'ascension de la roche éruptive. Les schistes lustrés sont donc, en ce point, plus anciens que le Trias moyen ; comme pour l'Iseran, je crois que cette conclusion ne s'applique pas nécessairement à l'ensemble du massif, et que le Trias supérieur peut aussi y être représenté à l'état schisteux. Pourtant, il y a là une indication qui invite à se méfier de la signification des cargneules, et il faudra chercher par de nouvelles observations s'il n'y aurait pas lieu d'y voir une forme normale (et indépendante de l'âge) du passage des calcaires aux schistes.

Du côté de l'ouest, le pendage des schistes lustrés sous les calcaires est évident, et là, il n'y a pas d'exception, parce que là il n'y a pas de plis secondaires qui viennent pénétrer et se perdre dans le massif. Il faut signaler de ce côté, aux granges d'Ariondaz, une particularité qui, jusque ici, est unique dans toute la région que j'ai étudiée : les calcaires ont un pendage différent de celui des schistes. C'est au fond une petite faille, qui ne se continue pas loin, et s'explique facilement par le croquis ci-joint (fig. 20) ; mais c'est le seul point

Fig. 20. — Coupe près des chalets d'Ariondaz.



t., calcaires compacts ; *cg.*, cargneules.

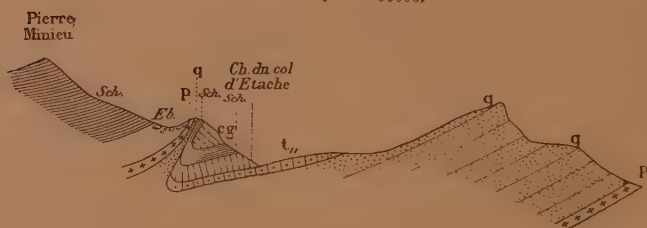
où j'aie vu, dans nos Alpes centrales, les bancs des étages séparés par une faille (ou plan de glissement) n'être pas de part et d'autre parallèles à ce plan.

Les cargneules qui sont là momentanément en contact avec les schistes, se continuent à l'ouest du col de la Roue au milieu de la masse des calcaires, et paraissent y former le centre d'un synclinal. La superposition des calcaires aux schistes près du col de la Roue, serait donc normale, les schistes lustrés représentant là, comme au Pelaou-Blanc, une partie du Trias inférieur.

Le versant oriental du même massif, entre le col d'Etache et Savoulx, présente une sérieuse difficulté; c'est l'examen que nous en avons fait, il y a près de cinq ans, M. Potier et moi, avec MM. Zaccagna, Mattiolo et Franchi, qui nous avait décidés à modifier l'interprétation de Lory; on voit là, en effet, le Trias calcaire ou les gypses plonger sous les schistes lustrés, mais entre les deux s'intercale un mince banc de quartzites. La conclusion naturelle à en tirer est que les schistes sont superposés aux calcaires *par renversement*, qu'ils sont donc plus anciens que le Trias.

J'ai vu cette même coupe à Exilles, à Salbertrand, à Savoulx; au-dessus de la dernière grande montée du col d'Etache (fig. 21) j'ai

Fig. 21. — (Ech. $\frac{1}{80000}$)



p, Permien; q, quartzites; t., calc. phylliteux; cg, cargneules; Sch., schistes;

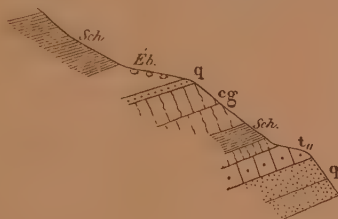
pu l'étudier avec plus de détail dans le rocher abrupt qui domine le sentier, au-dessous du glacier de Pierre Minieu. On voit là, faisant face au chemin, une succession régulière de cargneules, de schistes et de calcaires triasiques; en gravissant le rocher, on trouve l'arête du sommet formée d'un retour de schistes, sur lesquels s'appuie un banc mince de quartzites, suivi d'un autre banc de quartzites phylliteux, identiques à ceux de la base des quartzites, près du glacier d'Etache. Au-dessus vient alors la grande masse des schistes lustrés, séparée seulement de la coupe précédente par un talus d'éboulis.

Cette coupe se répète d'ailleurs un peu plus loin, au pied de la première aiguille au nord, avec cette différence que tous les bancs restent à peu près horizontaux. Là seulement, je ne suis pas allé toucher le banc supérieur de quartzites (fig. 22).

Ce sont ces coupes qui, rapprochées de celles qu'on donnait comme incontestables dans l'Ubaye, avaient à mes yeux, jusqu'à la dernière campagne, primé tous les autres arguments contraires et entraînaient ma conviction. Même quand j'ai connu la coupe de la

Grande-Sassière et ses conséquences indéniables, j'ai persisté à croire qu'on arriverait à trouver une distinction entre deux systèmes de schistes lustrés, d'âge différent et *juxtaposés par hasard*. Aujourd'hui seulement, après avoir constaté que la coupe de l'Ubaye avait été mal interprétée, et après avoir reconnu le rôle général de l'écrasement des *plis* autour des noyaux ou dans les zones de grandes sinuosités, je n'attache plus à la coupe d'Etache une plus grande

Fig. 22. — Coupe au nord de la précédente (même légende).

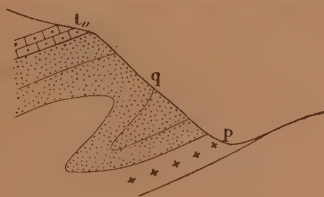


importance qu'à celle du Manchet, et je ne la crois plus de nature à ébranler les conclusions développées dans cette note.

Un point d'abord aurait dû me frapper davantage dans cette coupe, c'est l'intercalation des schistes dans le Trias. Ces schistes sont identiques aux schistes lustrés de Pierre Minieu ; ils s'en distinguent seulement par quelques intercalations de calcaires phylliteux ; mais ce n'est là qu'une indication de plus en faveur d'un passage latéral.

De plus, si l'on compare la coupe à celle du pic de Bellecombe (donnée, pl. V et fig. 4 de ma première note), on voit que dans les pentes de cette montagne, un anticlinal couché de quartzites s'intercale entre les calcaires triasiques, qui, d'une part, forment le sommet, et de l'autre reposent directement (calcaires phylliteux et cargneu-

Fig. 23. — Coupe hypothétique de l'escarpement de quartzites de la vallée d'Etache.



les) sur les schistes cristallins. Au bas de la descente du Petit Mont Cenis, de nouveaux quartzites s'intercalent à la base des cargneules et

reposent directement sur le Permo-Houiller; on devrait donc s'attendre à trouver deux bandes de quartzites; au lieu de cela, autant que du fond de la vallée, on peut juger la composition des escarpements (près de 500^m de hauteur) qui la bordent à l'est, on n'en trouve qu'une seule, et cette bande unique prend une énorme épaisseur. Il est donc probable que le synclinal intermédiaire continue dans l'intérieur des quartzites (fig. 23), dont la grande puissance s'expliquerait ainsi; il resterait à chercher si son parcours n'est pas marqué par quelques affleurements calcaires, et si ce ne sont pas eux qui, en se développant au dessus d'Etache, apparaissent entre les deux niveaux de quartzites, dans les coupes 21 et 22. Le banc supérieur de quartzites, avec le banc de Permien qui l'accompagne, correspondrait alors à l'anticlinal de Bellecombe, étiré en cet endroit jusqu'à devenir presque filiforme, et restant étiré jusqu'à Suse, sur tout le pourtour du massif d'Ambin. J'ai montré que ce massif était au centre d'une grande sinuosité de tout le système des plis, *sinuosité qui embrasse le nord de la plaine du Pô*; l'éirement d'un pli autour de ce massif est donc bien conforme aux règles générales que nous avons vu se dégager.

Sans doute, il reste là de nouvelles recherches à faire; la continuité avec le pli de Bellecombe n'est encore qu'une induction; mais, même si elle ne se trouvait pas confirmée, l'existence d'un pli anticlinal écrasé, entourant le massif d'Ambin, entre Etache et Suse, me semble, dès maintenant, hors de doute, et elle suffit à faire disparaître la seule contradiction apparente qui puisse subsister dans l'ensemble des données actuelles.

Le massif de Bardonnèche, isoclinal comme les précédents, apparaîtrait de ce côté comme supérieur aux quartzites, de l'autre, c'est-à-dire à l'ouest, comme inférieur aux calcaires phylliteux ou à une partie de ces calcaires, au nord à Villarodin, comme formé de couches antérieures aux calcaires franes du Trias moyen. Il est donc probable que ce n'est pas, en réalité, un massif synclinal, mais un massif *latéral*, je veux dire un massif, non pas formant cuvette dans les couches calcaires voisines, mais y passant latéralement. Il n'y a pas là, il est vrai de passages *visibles* comme à Picheri, les schistes qui sont développés au nord-est d'Aussois (entre Aussois et Sardières, au-dessus de la route qui réunit ces deux villages) ou encore qui apparaissent près d'Avrieux, sont d'une part assez éloignés du massif, et de l'autre beaucoup moins métamorphiques; on ne peut y voir un argument bien sérieux. La coïncidence approximative de la vallée de l'Arc avec la ligne où se fait cette brusque transfor-

mation, ne doit pas être purement fortuite ; mais je n'en vois pas actuellement la raison.

En résumé, le massif de Bardonnèche n'apporte aucune preuve en faveur de l'âge triasique ; mais la structure n'est pas en contradiction avec cette solution. Les schistes de ce massif se soudent d'ailleurs plus au sud avec ceux du massif précédent, et ne peuvent en être séparés.

Environs du M^t Genève. — Je me contenterai d'indiquer qu'au M^t Genève, d'après ce qui précède, les calcaires du col seraient régulièrement superposés aux schistes lustrés de Cézanne. M. Zaccagna croit que ces deux formations sont séparées par des assises permienes ; mais les schistes épidotifères, rouges et verts, que M. Zaccagna attribue à cette formation, ne me paraissent lui ressembler que par une coloration tout accidentelle. Ces schistes sont très calcarifères, et quand on les suit au nord, on les voit passer à un massif de serpentine ; il n'y a là pour moi qu'un résultat local de l'injection de la serpentine dans les schistes. C'est d'ailleurs ainsi que les choses étaient interprétées par Lory, avec qui j'ai visité cette coupe en 1883.

Je rappellerai aussi qu'au pied du M^t Genève, dans un petit rocher qui, en amont de Cézanne, fait saillie sur le bord de la route de Bousson, dans le lit même du torrent, M. Parona a trouvé des Radiolaires. Ces Radiolaires, étudiés (en coupes minces) par M. Rust, ont montré des affinités triasiques, dont M. Rust se défend de vouloir tirer des conclusions définitives, mais qui, en tout cas, se trouvent d'accord avec les conclusions de cette étude.

Quant au grand massif de serpentine et d'euphotide du M^t Genève, dont l'examen détaillé a conduit MM. Gregory et Cole (1) à conclure à l'existence d'une grande bouche de sortie, d'un *culot éruptif* dénudé, il est remarquable que, semblablement aux exemples déjà cités, il se trouve exactement à la limite des schistes et des calcaires. Comme dans ces autres exemples (Pelaou Blanc, Villarodin), il ne pénètre pas dans les calcaires et n'exerce sur eux aucune action métamorphique ; mais là non plus, les calcaires n'en contiennent aucun galet, si bien que le mode de venue et l'âge exact demeurent encore sujets à discussion.

Coupes du Queyras et de l'Ubaye. — Il me reste à dire quelques mots des coupes plus méridionales qui sortent de mon champ d'études, et dans la visite desquelles M. Kilian a bien voulu

(1) *Quarterly Journal*, 1890, p. 285.

m'accompagner. C'est l'examen de ces coupes qui, comme je l'ai dit, a levé mes derniers doutes, en faisant disparaître les dernières contradictions.

Dans le Queyras, je citerai seulement la coupe que l'on observe en arrivant à Château-Queyras. Après une courte apparition des quartzites, on trouve, dans le lit du torrent, des roches vertes calcarifères, dont quelques bancs présentent un type assez spécial, tandis que d'autres sont identiques aux calcaires phylliteux les plus typiques. Au-dessus de ces roches se développent des schistes d'abord peu métamorphiques et identiques à ceux qu'on voit communément s'intercaler dans le Trias. Entre ces schistes et les schistes lustrés francs, qui s'étendent jusqu'à la frontière, il nous a été impossible, à M. Kilian et à moi, de trouver une démarcation, mais une étude plus prolongée pourrait modifier cette conclusion. A Château-Queyras même, le fort est construit sur un rocher calcaire qui se dresse au milieu des schistes; le calcaire est du calcaire compact triasique bien typique. Or, de tous les côtés, les bancs plongent sous les schistes; c'est comme une sorte de coupole ou de dôme, formant une saillie locale, mais certainement inférieure à tout ce qui l'entoure.

Dans la vallée de l'Ubaye, les roches cristallines du col Longet m'ont rappelé celles du Permo-Houiller, et même du Permo-Houiller très supérieur; elles m'ont semblé pouvoir être rapprochées de celles de la crête du glacier d'Etache, dans le massif d'Ambin, c'est-à-dire de véritables quartzites feuilletés, dans lesquels le rôle des lits phylliteux intercalés reste même tout à fait subordonné. Au microscope, il est vrai, cette analogie est moins marquée qu'à l'œil nu, parce que le métamorphisme a été très intense; toute apparence clastique a disparu, et ce sont de vrais micaschistes; mais je crois que là, l'altération par les agents atmosphériques fournit un réactif *plus délicat* que l'examen microscopique, et elle fait bien ressortir sur place la structure première des roches et l'analogie avec d'autres types détritiques de la région, alors que cette analogie est tout à fait masquée dans les coupes minces des échantillons rapportés.

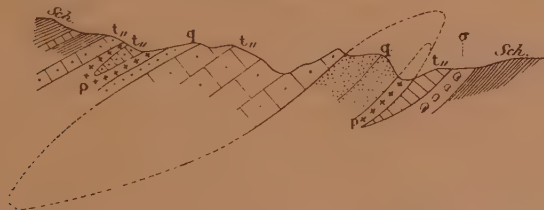
En tous cas, sur ces roches cristallines reposent en concordance les schistes lustrés, plongeant toujours à l'ouest, et contenant de nombreuses lentilles de serpentine. Dans ces schistes lustrés, on rencontre, en descendant la vallée, plusieurs pointements de calcaire triasique, déjà signalés par M. Kilian (1); sur les bords (et

(1) B. S. G. F., t. XIX, p. 574 et 575.

aussi au milieu) de ces calcaires se montrent des quartzites, et on ne peut nier que l'aspect premier, comme l'a dit M. Kilian, ne soit celui des cuvettes pincées dans les schistes. Mais si l'on regarde de plus près, on voit que *nulle part* les quartzites ne sont en contact direct avec les schistes lustrés; partout, sans aucune exception, nous avons trouvé entre les deux, une petite bande de calcaires phylliteux, dont la limite avec les schistes est assez difficile à préciser; car ces calcaires passent aux schistes par de véritables alternances (1).

La constatation de ce fait peut se heurter à une petite difficulté, dont il est bon d'être prévenu : ces quartzites sont accompagnés, ou même quelquefois remplacés, par des bancs de *quartzites phylliteux*, c'est-à-dire par des bancs probablement permien. Or, ces quartzites phylliteux, conformément à une remarque que j'ai signalée au début, présentent des variétés lithologiques faciles à confondre avec certains calcaires phylliteux, d'autant plus que dans cette partie le métamorphisme des calcaires est très intense. Mais il suffit que l'attention soit appelée sur ce point, pour se préserver de toute erreur, et l'*intercalation constante* des calcaires phylliteux entre les

Fig. 24. — Coupe d'une intercalation de quartzites et de calcaires dans les schistes lustrés de la haute vallée de l'Ubaye.



p, quartzites phylliteux; q, quartzites; t'', calcaires phylliteux;
Sch., schistes lustrés; σ, serpentine.

quartzites ou le Permien d'une part et les schistes lustrés de l'autre, est tout à fait incontestable. La coupe (fig. 24) donne une idée de la disposition d'une de ces lentilles calcaires.

Plus en aval, la grande masse des calcaires du lac Paroïr m'a semblé, par contre, présenter l'allure d'un véritable noyau synclinal dans les schistes; mais, comme nous n'y avons pas vu de quart-

(1) A la descente du col, j'ai vu de nombreux blocs éboulés de calcaires phylliteux ou de calcaires marbreux blancs, d'aspect franchement triasique; il est probable que les alternances signalées n'ont pas seulement lieu à la base des schistes, mais à divers niveaux dans leur masse.

zites, l'interprétation n'est que provisoire et ne peut en aucun cas entraîner de conclusion sur l'âge des schistes.

En arrivant auprès de Maurin, les schistes lustrés font place définitivement aux grands escarpements de quartzites et de calcaires triasiques. M. Zaccagna décrit entre les deux des schistes rouges et verts qu'il rapporte au Permien; ces schistes seraient surmontés par les quartzites, puis par toute la série normale du Trias. L'examen détaillé de la coupe, en nous élevant au-dessus de la route sur les hauteurs voisines, nous a montré qu'elle est en réalité plus complexe et qu'elle a une signification toute différente.

D'abord les schistes rouges et verts sont, comme ceux du Mt Genève, des schistes calcarifères, qui n'ont pour moi aucun rapport avec le Permien de la région; on y trouve les mêmes grands enduits d'épidote, et si on les suit au sud, on les voit passer à la serpentine, qui, sous forme d'ophicalce, est exploitée sur la rive gauche du torrent. Ces schistes rouges et verts sont, comme au Mt Genève, des schistes lustrés injectés de serpentine, ou au moins influencés par son voisinage.

Au-dessus de ces schistes serpentineux vient en effet une bande de quartzites, mais séparée des schistes par un large talus d'éboulement. En nous élevant sur cette pente pour suivre le pied des quartzites et en chercher le substratum immédiat, nous avons trouvé vers la base du premier méplat, la succession suivante :

- 1° A la base, calcaires phylliteux,
- 2° Banc de calcaire blanc, compact et marbreux, } (t_{10});
- 3° Quartzites, (q).

En franchissant la petite crête de quartzites, on trouve, reposant sur eux avec le même pendage :

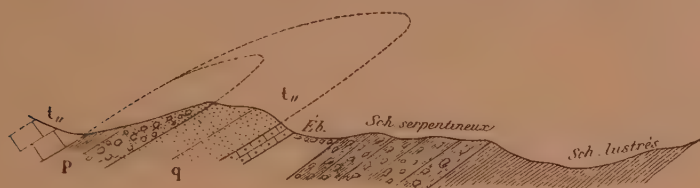
- 4° Quartzites à galets de quartz (bésimaudite, grès vosgiens?) } (P);
- 5° Schistes gris luisants (Permien du col de Chavière),
- 6° Plan de glissement, qui ramène les calcaires jaunes nankins du Muschelkalk inférieur, (t_{11}).

La coupe (fig. 25) montre nettement cette disposition. On doit en conclure : 1° que les quartzites ne reposent pas sur les schistes rouges et verts, qui ne sont pas du Permien; 2° qu'ils forment un pli anticlinal couché, dans le centre duquel apparaît le Permien, et dont le flanc normal est supprimé en partie par un glissement; 3° que cette coupe, pas plus qu'aucune coupe isolée, ne permet pas de tirer de conséquences définitives, à cause de la possibilité toujours à craindre de l'existence de plis écrasés, mais que, si l'on écarte

cette vraisemblance en ce point, elle mène à considérer les schistes lustrés comme supérieurs aux calcaires phylliteux.

Un peu en aval, on retrouve des schistes que M. Zaccagna attribue à un retour (pointement discordant) des schistes lustrés. Ces schistes sont déjà beaucoup moins métamorphiques; je n'ai pas eu le temps d'aller visiter le ravin où M. Zaccagna indique la discordance (Combe Brémont). Mais M. Kilian, qui l'a étudié, m'a dit que l'irrégularité apparente des contacts n'était là, à ses yeux, qu'un effet des plissements multiples, et d'ailleurs, le long de la vallée

Fig. 25. — Coupe de la vallée de l'Ubaye au-dessus de Maurin.



principale, ces schistes sont nettement intercalés dans les calcaires triasiques.

Ainsi donc, et sans vouloir pour cela préjuger le résultat d'observations ultérieures, la vallée principale de l'Ubaye ne m'a fourni que des arguments favorables à l'âge triasique des schistes lustrés, et elle confirme plutôt, au lieu de les contredire, les résultats tirés de l'étude de la Maurienne et de la Tarentaise.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS. — En résumé, dans toute la Maurienne et la Tarentaise, et de là jusqu'à l'Ubaye, je ne connais actuellement qu'une coupe (se prolongeant il est vrai sur 25 kilomètres de long) qui soit plutôt favorable à l'idée de l'âge paléozoïque des schistes lustrés; c'est celle qui se poursuit, toujours semblable à elle-même, d'Etache à Suse, autour du massif du Petit Mont Genis. Cette coupe correspond à un point d'extrême sinuosité des plis, et j'ai expliqué que dans ces parties sinueuses, aussi bien que dans les plis qui entourent les massifs amygdaloïdes, il fallait s'attendre à tous les étirements et par conséquent à toutes les anomalies dans les successions apparentes. Je répète ce que j'ai dit en débutant : ce sont des parties où les coupes semblables à celle de Petit-Cœur deviennent ordinaires et presque normales.

Partout ailleurs, les coupes s'interprètent plus facilement par

la solution triasique, tandis que l'autre solution se heurte à de graves difficultés : l'intervalle entre les massifs de Bardonnèche et du Mont Froid (vallée de Bramans et affleurement du Jeu), suppose, si ces massifs sont plus anciens que le Trias, une double ondulation, d'une ampleur et d'une brusquerie tout à fait inusitées, dans l'arête anticlinale. Le massif, au nord de Termignon, plonge d'abord sous les cargneules, puis leur est superposé à Entredeux-Eaux dans des conditions qu'explique bien un synclinal couché et dont autrement je ne puis voir d'explication; de plus les calcaires du Vallon Brun pénètrent jusque au centre de ce massif en formant au-dessous des schistes une voûte surbaissée. Le massif de la Sana est sur presque tout son pourtour superposé au Trias; celui de l'Iseran est l'épanouissement d'un synclinal bien visible dans les gorges de l'Isère. Enfin, le massif de la Grande-Sassière, posé horizontalement sur le sommet de l'éventail, ne peut admettre d'autre interprétation qu'une superposition normale au Trias qui l'environne.

Ces données stratigraphiques sont corroborées par des *passages latéraux*; je ne reviens pas sur celui de Picheri qui suffirait à lui seul pour trancher la question. Mais aux Aiguilles-Noires, les schistes intercalés dans le Trias inférieur, déjà plus métamorphisés qu'à Pralognan, sont indistinguables, en masse aussi bien qu'en échantillons, de ceux qui leur font face à la Thouvière, à la pointe du massif de la Sana. Au plan de Neitte, les schistes qui font suite aux calcaires phylliteux ne sont séparés des schistes lustrés que par quelques mètres de cargneules, et leur identité est manifeste. Enfin, près du col d'Etache, en face de la coupe (v. fig. 21) qui me semblait irréfutablement montrer l'antériorité des schistes lustrés comme résultant du renversement général des assises, mon compagnon de courses, M. Revil, s'est refusé à en admettre les conséquences, parce que là encore dans le Trias, *il y a intercalation de schistes identiques à ceux qui le surplombent*.

Je n'ai pas à m'excuser d'avoir mis longtemps à dégager ces preuves, mais je dois avouer que, même les connaissant, j'ai hésité à en admettre la valeur. J'avais peine à comprendre cette immense accumulation de schistes entre les masses calcaires de la Vanoise et les masses calcaires du Tyrol; même les passages latéraux constatés me semblaient mal expliquer ce brusque remplacement des uns par les autres. L'énorme développement de roches vertes me gênait également, bien que des roches semblables soient certainement triasiques aux pieds du M^t Jovet et de la Grande-Sassière; il

ya en effet un abîme entre ces petites lentilles et les montagnes entières des vallées de Balme et de Stura. Le faciès schistes lustrés avec ces roches vertes m'apparaissait comme tout à fait exceptionnel dans le Trias, et il est toujours dangereux que les exceptions viennent des pays où il n'y a pas de fossiles.

Deux considérations d'ordre différent ont levé pour moi ces derniers doutes ; d'abord la solution triasique, jointe à celle du métamorphisme des assises permo-houillères, peut seule faire disparaître de notre géologie alpine ces brusques lacunes, à peu près inexplicables, de terrains qui sont développés dans le voisinage avec des milliers de mètres d'épaisseur. En second lieu, les phénomènes que j'étais porté à croire exceptionnels, se retrouvent, sous la même forme, et avec fossiles à l'appui, dans presque toutes les chaînes de montagnes.

Je crois inutile d'insister sur le premier point dont j'ai déjà parlé dans ma note précédente sur la structure des Alpes, et que l'examen de la carte ou des coupes fait suffisamment reconnaître, mais le second demande quelques développements.

Dans les Etats-Unis, M. Walcott a décrit (1) les changements d'épaisseur et de composition des schistes d'Hudson (Utica et Lorraine, Ordovicien supérieur), quand on s'approche des monts Taconiques : de 20 à 300 mètres à Cincinnati et dans l'Ohio, ce système, compris entre les calcaires de Trenton et le Silurien supérieur, passe à 1200 mètres dans la vallée de l'Hudson, et atteint près de 2000 mètres dans les monts Taconiques ; il est là composé de schistes argileux noirs, avec *schistes verts hydromicacés*. Si l'on admet (ce que ne semble pas faire, il est vrai, M. Walcott) que cette série schisteuse forme un équivalent latéral, non seulement des schistes à Graptolites de l'ouest, mais aussi des calcaires qui les englobent, il y a là un premier exemple tout à fait comparable à nos schistes lustrés.

En Scandinavie, une large bande de couches siluriennes fossilifères s'appuie sur le massif gneissique de la Suède et le sépare de la haute chaîne qui forme la frontière de la Norvège. Là, l'analogie avec la série triasique du Briançonnais, ou plutôt la récurrence d'une succession semblable de faciès est même assez frappante, comme je l'ai déjà fait remarquer pour l'Ecosse (2) : à la base, comme à la base de notre Trias, on trouve des quartzites ; puis des

(1) *Bull. Geol. Society of America*, vol. I, p. 335.

(2) *Revue générale des Sciences*, 15 Déc. 1892.

schistes alunifères (équivalent des couches à *Fucoïdes* d'Ecosse) permettent de reconnaître, sous une faible épaisseur, les différentes zones du Cambrien et pourraient se comparer à nos calcaires phylliteux; plus haut les calcaires à *Ceratopyge*, les calcaires à *Orthocères* (les plus développés), et les calcaires à *Pentamères* (*Encrinuritenkalk*), alternant avec plusieurs couches à *Graptolites*, représentent les divers niveaux du Silurien et correspondraient à l'ensemble de nos calcaires compacts. Ce Silurien normal et peu incliné plonge partout sous les gneiss et les schistes amphiboliques de la montagne. Quelle que soit la raison de cette anomalie apparente (pli couché, avec 100 kilomètres de recouvrement d'après M. Törnebohm) les gneiss vont à leur tour s'enfoncer à l'ouest sous un système épais de schistes métamorphiques qui, d'après les fossiles rencontrés, représentent tout le Silurien. Le métamorphisme va par places, jusqu'à y faire naître de véritables micaschistes (schistes de Selbu), et à deux niveaux au moins (groupes de Sötre et de Meraker), il s'intercale dans les schistes des masses puissantes de roches vertes et de tufs plus ou moins métamorphiques. Les rapports de cette série avec le Silurien de l'est, sont, on peut le dire, presque identiquement ceux du Trias alpin avec les schistes lustrés.

Dans l'ouest des Pyrénées, les schistes crétacés à *Fucoïdes* de Gan et de Bidart (Cénomaniens et Turoniens) sont enclavés entre les formations à Rudistes de Roquefort et de la chaîne centrale. Les roches vertes ne jouent pas là un rôle comparable; mais encore n'est-il pas prouvé que quelques ophites ne soient pas contemporaines. Les grès et schistes crétacés des Carpathes sont percés par les roches de Teschen et sont étroitement enclavés entre les calcaires massifs du sud (Chocs dolomit) et la craie à Bélemnites de Lemberg. En Bosnie, en Herzégovine, en Grèce, dans la Péninsule, le faciès flysch se développe à côté des calcaires à Rudistes, et est partout mêlé de roches vertes où dominent les serpentines. Le flysch éocène des Alpes contient, en dehors des pointements encore discutés de roches vertes, les grès de Taveyannaz, c'est-à-dire des tufs de diabase; celui des Apennins contient les masses connues de diabases, d'euphotides et de serpentines.

C'est donc un fait *tout à fait général* que, sur l'emplacement des chaînes ou des chaînons importants, les synclinaux qui en ont précédé la formation ont été comblés, au fur et à mesure de leur approfondissement, par une active sédimentation, que cette sédimentation a donné lieu à un faciès schisteux spécial étroitement limité à ces synclinaux, et que presque toujours des roches basiques,

sous forme massive ou sous forme de projections, se sont mêlés à ces sédiments, parfois avec assez d'abondance pour en constituer la majeure partie. J'estime que ce remplissage rapide de *géosynclinaux* est la condition première et la principale caractéristique du *faciès flysch*. Les schistes lustrés seraient donc un *flysch triasique*, accompagné des mêmes roches vertes que tous les autres flysch.

M. Haug m'a fait remarquer qu'il y avait pourtant une différence avec le flysch classique, qui est plus grossièrement détritique. Mais cette différence même s'explique si naturellement qu'elle devient presque un nouvel argument : le flysch du Trias est formé dans le centre de la chaîne, *antérieurement aux premières émerSIONS* ; le flysch éocène est un flysch de bordure, déposé sur le bord d'une chaîne centrale déjà émergée et soumise aux actives dénudations qui résultent d'une récente rupture d'équilibre. L'un et l'autre sont donc ce qu'ils doivent être, et je crois même qu'on pourrait aller plus loin et distinguer un *troisième flysch*, le flysch à blocs exotiques, qui suppose en plus la mise en mouvement, antérieure à sa formation, de nappes importantes de recouvrement.

Enfin, pour terminer, je signalerai une dernière analogie, qui ne me semble pas moins frappante que les précédentes. J'ai dit que de l'autre côté de la zone de dépôt des schistes lustrés, les calcaires triasiques reparaissent dans le Tyrol. Ces calcaires triasiques ressemblent bien étroitement à ceux du Briançonnais ; dans cette nouvelle région, M. de Richthofen d'abord, puis M. Mojsisovics, nous ont montré la présence de puissants récifs de Polypiers. Les rares Polypiers signalés dans les Alpes françaises, ceux qui sont conservés à la Faculté de Grenoble, ceux que j'ai rencontrés dans la moraine du glacier de la Dent Parachée ou au pied de Lansleria (au-dessus d'Entre-deux-Eaux), sont certainement insuffisants pour autoriser une conclusion semblable ; mais il faut tenir compte du métamorphisme plus profond et de l'oblitération plus complète des fossiles. S'il y a eu de véritables récifs dans les Alpes françaises, nous manquons d'éléments pour le prouver ; mais, en dépit de cette différence possible, les rapports généraux sont incontestables. Or, les calcaires du Tyrol passent aux schistes de Wengen, c'est-à-dire à des schistes datés par des fossiles, de la même manière que le calcaire du Briançonnais passe aux schistes lustrés : la coupe de Picheri est comme une reproduction des coupes du Schlern ou du Plattkofel, données par M. Mojsisovics.

Les roches éruptives établissent une ressemblance de plus : le culot éruptif de Predazzo rappelle celui du M^t Genève. Les roches.

il est vrai, sont moins basiques dans le Tyrol ; la différence, déjà marquée par la composition de la monzonite (diabase à orthose) est encore accentuée par le petit pointement de granulite tourmalinifère. Cette différence peut tenir à ce qu'on est là un peu plus loin des bords du synclinal de dépôt du flysch triasique ; mais les coulées et les tufs de roches vertes qui sont sortis de là pour s'intercaler dans les couches de Wengen, correspondent très exactement aux roches vertes intercalées dans les schistes lustrés. Les tufs, quand on s'éloigne des centres éruptifs, se mêlent de plus en plus de matériaux détritiques sédimentaires, et il n'est guère douteux qu'un métamorphisme semblable, s'il s'était exercé sur eux, n'en eût fait des schistes chloriteux pareils à ceux de la région française.

Je crois donc pouvoir conclure, sans aucune réserve, à l'âge triasique des schistes lustrés, et j'espère avoir montré que cette solution, qui est celle de Lory, imposée par la discussion des coupes locales, ne fait pas de nos Alpes une exception, qu'elle en rétablit au contraire l'histoire sédimentaire, dans des conditions simples et rationnelles, et qu'elle est essentiellement conforme à toutes les données acquises de géologie générale.

NOTES SUR LA FLORE DES COUCHES PERMIENNES DE TRIENBACH (ALSACE),

par M. R. ZEILLER (1).

(Pl. VIII et IX).

Dans leur étude sur le Rothliegende des Vosges, MM. F. W. Benecke et L. van Werveke (2) ont désigné sous le nom de *couches de Trienbach* un ensemble de conglomérats, d'arkoses et de schistes, puissant d'environ 70 mètres, qui forme, dans la région de Villé et de Trienbach, la base de la formation permienne. Elles succèdent, en stratification transgressive, à celles d'Erlenbach, qui paraissent représenter le sommet de la formation houillère et correspondre à la portion la plus élevée du Stéphanién. Ces couches de Trienbach peuvent être divisées en deux groupes : le plus inférieur, épais d'environ 40 mètres et formé surtout de conglomérats et d'arkoses, entremêlés, tout au moins vers le haut, de schistes argileux; et le groupe supérieur, épais d'une trentaine de mètres, formé principalement de schistes violacés.

Dès 1852, M. Daubrée avait signalé ces schistes, qu'il rapportait au terrain houiller, comme se montrant, sur un point de la forêt de Honcourt, en face de St-Martin, au lieu dit Teufelsbrunnen, particulièrement riches en empreintes végétales (3). Ce même gisement, de la forêt de Honcourt, a été plus tard exploré par M. l'abbé Boulay, qui y a trouvé notamment une grande quantité de fragments de frondes de *Tæxiopteris multinervis*, et a donné la liste complète des espèces qu'il y avait reconnues; il a conclu, d'après la composition de la flore, que les couches du bassin de Villé, en y comprenant celles d'Erlenbach, pouvaient être comparées à celles d'Avaize à St-Etienne, classées par M. Grand'Eury dans son étage des Cala-

(1) Communication faite dans la séance du 5 mars 1894; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 29 avril 1894.

(2) BENECKE und VAN WERVEKE, Ueber das Rothliegende der Vogesen (*Mittheil. d. geol. Landesanst. v. Elsass-Lothringen*, III, p. 45-103).

(3) DAUBRÉE, Descript. géol. et minéral. du dép. du Bas-Rhin, p. 69.

modendrées, et qu'elles constituaient l'extrême sommet de la formation houillère, confinant immédiatement au Permien (1).

A leur tour, MM. Benecke et van Werveke ont fait, à diverses reprises, en 1889 et 1890, des recherches suivies à Teufelsbrunnen, sur le groupe supérieur de Trienbach; ils y ont trouvé un grand nombre d'empreintes, qu'ils ont eu l'amabilité de me communiquer, et parmi lesquelles j'ai reconnu notamment un fragment de penne de *Callipteris conferta*. J'ai en même temps constaté également la présence de cette espèce dans une autre série d'échantillons recueillis près d'Erlenbach dans le groupe inférieur de l'étage de Trienbach (2). Ni le *Teniopteris multinervis* ni aucune espèce de *Callipteris* n'ayant été rencontrés jusqu'ici dans les couches houillères, si haut qu'on s'élève dans le Stéphanien, MM. Benecke et van Werveke ont donc pu ranger sans hésitation les couches de Trienbach dans le Rothliegende; la grande ressemblance de la flore trouvée par eux à Teufelsbrunnen avec celle de la base du Permien, telle qu'on l'observe sur divers points, tant en Allemagne qu'en France sur le pourtour du Plateau Central, notamment à Igornay dans l'Autunois, conduit d'ailleurs à classer ces couches dans la portion la plus inférieure du Rothliegende.

De nouvelles explorations entreprises dans le courant de l'été dernier à Teufelsbrunnen par M. Raciborski, bien connu par ses études sur la flore permienne, rhétienne et jurassique des environs de Cracovie, lui ont fait découvrir quelques formes assez intéressantes qui n'avaient pas encore été observées dans cette localité, entr'autres d'assez nombreux échantillons d'un *Zamites* identique à l'une des espèces déjà signalées à Commeny, mais remarquables par leur bon état de conservation, qui a permis d'y reconnaître certains caractères méritant de fixer l'attention. Cette découverte a été en même temps, pour M. Benecke, l'occasion de nouvelles récoltes, et il a bien voulu, comme suite à ses premières communications, me mettre également à même d'étudier la belle série d'empreintes que lui ont fournies ces dernières explorations. Il me paraît intéressant d'en profiter pour passer en revue successivement les différentes espèces qui sont aujourd'hui connues de ce riche gisement, et pour faire connaître, le cas échéant, les observations auxquelles elles donnent lieu. J'examinerai ensuite quels sont les résultats de l'étude de cette flore de Teufelsbrunnen au point de

(1) BOULAY, Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller des Vosges, p. 23, p. 34-36.

(2) BENECKE und VAN WERVEKE, loc. cit., p. 61, t2; p. 57.

vue de la détermination du niveau des couches d'où elle provient.

Les espèces actuellement reconnues, au nombre d'une quarantaine, sont les suivantes.

FOUGÈRES.

Sphenopteris cristata. Brongniart (sp.). — Espèce du Stéphanien, retrouvée dans le Permien inférieur à Bussaco (Portugal) par M. de Lima (1).

Pecopteris (Asterotheca) arborescens. Schlotheim (sp.) (?) — Echantillons quelque peu douteux.

Pecopt. (Asteroth.) cyathea. Schlotheim (sp.) — Quelques pennes détachées. Déjà signalé à Teufelsbrunnen par M. l'abbé Boulay.

Pecopt. (Asteroth.) euneura. Schimper (?) — Echantillons mal conservés, et de détermination douteuse.

Pecopt. (Asteroth.) oreopteridia. Schlotheim (sp.) — Quelques fragments de frondes.

Pecopt. (Asteroth.) Daubreei. Zeiller. — Particulièrement abondant, surtout dans les échantillons recueillis en dernier lieu. Cette espèce, trouvée d'abord à Commentry, a été rencontrée depuis lors dans la Corrèze dans des couches certainement permienues, associée au *Callipteris conferta* (2).

Le *Pecopt. polymorpha* Brongniart a été indiqué par M. l'abbé Boulay (3) comme observé par lui à Teufelsbrunnen; sa présence n'a rien que de parfaitement vraisemblable, mais je ne l'ai pas vu dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, et il ne serait pas impossible qu'il y eût eu confusion avec le *Pecopt. Daubreei*, qui lui ressemble quelque peu.

Pecopt. (Ptychocarpus) unita. Brongniart. — Assez abondant, mais toujours sous forme de pennes détachées.

Pecopt. Monyi. Zeiller. — Cette espèce de Commentry, retrouvée à Bussaco par M. de Lima, s'est montrée, dans les dernières récoltes de M. Benecke, en échantillons assez fragmentaires, mais bien caractérisés.

(1) W. DE LIMA, Noticia sobre as camadas da serie permo-carbonica do Bussaco, p. 11.

(2) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien de Brive, Flore fossile, p. 20, 113.

(3) BOULAY, loc. cit., p. 23.

Pecopt. (*Dactylothea*) *dentata*. Brongniart (?) — Echantillons un peu douteux. Je crois cependant à la présence à Teufelsbrunnen de cette espèce, qui ne peut guère prêter à confusion, et qui, bien que répandue surtout dans le Westphalien, a été plus d'une fois déjà signalée dans le Permien comme dans le Stéphanien.

Callipteridium gigas. Guthier (sp.). — Quelques fragments de pennes.

Callipteridium Rochei. Zeiller. — Cette espèce, du Permien de la Bohême et de l'Autunois, s'est montrée assez abondante parmi les échantillons recueillis par M. Benecke dans ses dernières explorations : certains spécimens sont tout à fait semblables à ceux que j'ai figurés des schistes bitumineux d'Igornay (1) ; mais on passe de ceux-là, par une série de transitions graduelles, à des fragments de pennes à pinnules plus grandes, plus rapprochées, finalement tout à fait contiguës et se touchant par leurs bords, que l'on pourrait aisément confondre avec le *Callipteridium Regina* Rœmer (sp.) : cependant un examen attentif montre que les pinnules, au lieu d'être soudées à la base comme chez cette dernière espèce, chevauchent les unes sur les autres, chacune masquant ainsi l'oreillette basilaire arrondie de la suivante, qui est caractéristique du *Call. Rochei*, et qu'il faut alors dégager au burin pour la mettre en évidence.

Callipteris conferta. Sternberg (sp.). — Cette espèce, dont M. Benecke n'avait recueilli qu'un seul fragment lors de ses premières recherches, s'est montrée beaucoup plus fréquente dans les couches explorées en dernier lieu ; elle s'y présente à la fois sous la forme typique, et sous la forme *obliqua*, à pinnules très obliques et moins rétrécies à la base.

Je dois, à propos de cette espèce, revenir ici sur une indication que j'ai donnée jadis relativement à sa présence dans le Permien du Val de Villé : j'ai figuré, dans l'*Atlas* du tome IV de l'*Explication de la Carte géologique de la France* (2), un échantillon de *Callipteris conferta* appartenant à l'Ecole nationale des Mines et provenant de la collection Dietrich. MM. Benecke et van Werveke n'ayant retrouvé dans la région aucune roche semblable à celle de cette empreinte (3),

(1) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien d'Epinaç et d'Autun, Flore fossile, 1^{re} part., p. 80, pl. IX, fig. 1 à 3.

(2) Pl. CLXVII, fig. 6.

(3) BENECKE und VAN WERVEKE, loc. cit., p. 57, note 1.

consistant en un schiste gris foncé à grain très fin, je me suis reporté au catalogue original de cette collection, établi il y a environ un siècle, afin de vérifier la provenance : j'y ai trouvé mentionnées sous les nos 14, 15 et 16, ce dernier numéro étant précisément celui de l'échantillon en question, trois empreintes de végétaux fossiles, provenant : le n° 14 « *du Val de Villé* », et le n° 15 « *du même lieu* ». Quant au n° 16, un simple trait remplace l'indication de provenance, et il avait été interprété comme signifiant que la provenance était la même que pour les précédents ; mais le soin pris, dans d'autres parties du même catalogue, de répéter « *du même lieu* » pour de longues séries d'échantillons consécutifs, me donne à penser maintenant que cette interprétation était erronée. J'ajoute que j'ai retrouvé dans les collections de l'Ecole des Mines le n° 14, qui montre une empreinte d'*Annularia sphenophylloides* sur un schiste absolument noir, assez grossier, et tout différent de celui qui porte le fragment de fronde de *Call. conferta*, d'où l'on peut inférer également que le n° 14 et le n° 16 ne doivent pas venir du même gisement. Il est assez probable que cet échantillon n° 14 devait venir des mines de Lalaye, alors en exploitation, tandis que la provenance du n° 16 était inconnue. L'indication que j'avais donnée doit donc être tenue pour nulle et non avenue.

Callipteris prælongata. Weiss.— M. Benecke a découvert en 1893 à Teufelsbrunnen de nombreux fragments de frondes de cette espèce, qui n'est peut-être, comme se l'était demandé Weiss (1), qu'une simple variété de la précédente. Elle semble en effet s'y rattacher assez étroitement, par l'intermédiaire, d'une part, du *Call. sinuata* Brongniart, qui a été regardé par Weiss comme une variété du *Call. conferta* et dont elle ne diffère que par l'allongement plus nettement accentué de ses pinnules supérieures, d'autre part par les formes que M. Sterzel a classées comme *Call. conferta*, var. *polymorpha* (2). Il faudrait toutefois des renseignements plus nombreux et plus complets pour pouvoir se prononcer sur la question.

En tout cas il n'est pas inutile de rappeler que le *Call. prælongata*, découvert à Lebach dans le Rothliegende moyen, a été retrouvé

(1) WEISS, Foss. Flora d. jüngst. Steinkohlenform. u. d. Rothlieg. im Saar-Rhein-Gebiete, p. 82.

(2) STERZEL, Die Flora des Rothlieg. im nordwest. Sachsen, p. 46, pl. V, fig. 4. ; pl. VI, fig. 2, 3 ; pl. VII, fig. 1, 2. — ZEILLER, Bass. houill. et perm. de Brive, Flore foss., p. 35, pl. VIII, fig. 2.

récemment par M. Sterzel dans le Rothliegende inférieur du Plauensche Grund, en Saxe (1).

Odontopteris lingulata. Gœppert (sp.) (*Od. obtusa*. Weiss). — Quelques fragments de plumes.

Nevropteris gleichenioides. Stur (?). — La comparaison de quelques-uns des échantillons recueillis par M. Benecke avec des empreintes de cette espèce provenant de Bussaco, où M. de Lima l'a récoltée en abondance, me porte à croire à la présence de celle-ci à Teufelsbrunnen, bien que la conservation imparfaite des échantillons me laisse des doutes sur la détermination.

Nevropteris sp. (Pl. IX, fig. 6, 6A). — Parmi les empreintes provenant des dernières explorations de M. Benecke se sont trouvés divers fragments de plumes d'un *Nevropteris* à pinnules assez grandes, longues de 15 à 20 millimètres sur 7 à 8 millimètres de largeur, terminées en pointe obtusément aiguë, à nervure médiane se suivant jusqu'à une assez faible distance du sommet, offrant en somme une assez grande ressemblance avec le *Nevr. Matheroni* Zeiller, de Commentry (2); il y a toutefois quelques différences, consistant en ce qu'ici l'extrémité est moins aiguë, et surtout en ce que les nervures secondaires sont moins étalées et notablement moins serrées, aboutissant au bord du limbe au nombre de 16 à 20 seulement par centimètre. Bien que cette réduction du nombre des nervures puisse être imputée dans une certaine mesure à la moindre dimension des pinnules, elle me semble trop forte, jointe à l'obliquité plus grande de ces nervures, pour qu'on puisse identifier ces fragments de plumes avec le *Nevr. Matheroni*. Ils ne laissent pas, d'autre part, d'offrir certaines analogies avec le *Nevr. gleichenioides*, et sur quelques-uns d'entre eux l'on voit, comme chez ce dernier, la partie inférieure des pinnules se diviser en lobes de plus en plus accentués, ces pinnules accusant ainsi une tendance à se transformer en plumes garnies de pinnules plus petites à sommet arrondi; mais les nervures sont beaucoup trop espacées pour permettre une assimilation avec cette espèce.

Il semble, en somme, qu'il doit s'agir ici d'un type spécifique nou-

(1) STERZEL, Die Flora des Rothlieg. im Plauenschen Grunde bei Dresden, p. 16, pl. I, fig. 10-14.

(2) R. ZEILLER, Flore foss. du terr. houiller de Commentry, 1^{re} partie, p. 245, pl. XXVIII, fig. 7.

veau, aussi m'a-t-il paru intéressant de donner la figure d'un des meilleurs échantillons; néanmoins ceux-ci demeurent insuffisants, et je crois préférable, dans ces conditions, de m'abstenir de créer un nom pour un type que je ne pourrais, quant à présent, définir avec précision, et dont je ne puis, malgré les caractères qui paraissent le distinguer du *Nerr. Matheroni*, affirmer positivement l'autonomie.

Nevropteris Planchardi. Zeiller. — Cette espèce, trouvée tout d'abord à Commeny, retrouvée ensuite dans le Permien inférieur de l'Autunois, et plus récemment, par M. Potonié, dans le Rothliegende inférieur de Stockheim en Bavière (1), s'est montrée, bien que rare, mais nettement caractérisée, dans les dernières récoltes de M. Benecke.

Cyclopteris sp. — Divers fragments, non déterminables spécifiquement, mais dont quelques-uns accompagnent le *Nevropteris* sp. mentionné tout à l'heure et concordent bien avec lui au point de vue de l'espacement des nervures.

Dictyopteris Schützei. Rømer. — Signalé par M. l'abbé Boulay à Teufelsbrunnen, où il a été retrouvé par M. Benecke.

Tæniopteris jejuna. Gr. Eury. — Rare.

Tæniopteris multinervis. Weiss. (Pl. IX, fig. 2 à 5). — C'est l'une des espèces les plus fréquentes à Teufelsbrunnen. M. l'abbé Boulay avait signalé son abondance dans les couches de la forêt de Honcourt, et avait fait remarquer que le *Tæn. fallax* Gœppert et le *Tæn. abnormis* Gutbier ne paraissaient pas en différer spécifiquement (2). L'examen des échantillons recueillis par M. Benecke m'a conduit à cette même conclusion, à l'appui de laquelle il me paraît utile d'entrer dans quelques détails.

Le *Tæn. fallax*, d'après les figures qu'en a données Gœppert, paraît se distinguer du *Tæn. multinervis* par ses nervures un peu moins serrées, moins divisées, et surtout partant normalement du rachis au lieu de s'incurver à la base pour se raccorder à lui tangentiellement. Or, les échantillons de Teufelsbrunnen montrent, à ces divers points de vue, toute une série de passages entre les deux types. En ce qui regarde l'espacement des nervures, l'échantillon

(1) POTONIÉ, Die Flora des Rothlieg. von Thüringen (*Abhandl. d. k. preuss. geol. Landesanstalt*, 1893), p. 135, pl. XVIII, fig. 1.

(2) BOULAY, loc. cit., p. 43.

de la fig. 3, Pl. IX, entr'autres, offre, d'un point à l'autre, des variations considérables, ainsi qu'on peut le constater sur cette figure en l'examinant à la loupe : vers l'extrémité de la fronde, à gauche, on compte sur le bord du limbe jusqu'à 23 nervures sur un demi-centimètre de longueur; un peu plus bas, en *a*, 14 nervures seulement; plus bas encore les nervures se resserrent de nouveau et arrivent à 20 par demi-centimètre; leur nombre par centimètre varie donc de 28 à 46 sur une étendue de moins de deux centimètres. Du côté droit, elles sont plus régulières, toutes assez peu serrées, au nombre de 30 à 32 par centimètre; de plus elles sont normales à la nervure médiane comme chez le *Tæn. fallax*, tandis que du côté gauche elles sont obliques, peut-être, il est vrai, par suite d'un relèvement accidentel du limbe; mais en outre de cette obliquité, plusieurs d'entre elles montrent vers la base une incurvation très accentuée, qui va se perdre comme dans un pli, en même temps qu'elles se réunissent deux à deux, attestant ainsi une bifurcation voisine de leur point d'origine.

La même chose se voit, plus nettement encore, sur l'empreinte de la fig. 2, où les nervures du tiers ou du quart inférieur de l'échantillon offrent, surtout du côté droit, les caractères normaux d'incurvation et de bifurcation une ou deux fois répétée qui sont l'apanage du *Tæn. multinervis*; plus haut, au contraire, où la gouttière médiane est plus étroite, l'incurvation basilaire disparaît ainsi que la première bifurcation, et du côté gauche les nervures semblent, dans toute la moitié supérieure de l'empreinte, partir normalement du rachis.

De même, vers le bas de la fig. 4 les nervures montrent à leur base les bifurcations et l'incurvation normales du *Tæn. multinervis*, se détachant tangentiellement du rachis; puis, à mesure qu'on s'élève, on voit cette portion inférieure des nervures s'effacer peu à peu, comme si le bord du rachis empiétait graduellement sur leur base, si bien qu'elles paraissent vers le haut partir normalement de ce bord comme chez le *Tæn. fallax*.

Il ressort de là que ces différences, que montraient déjà, mais à un moindre degré, les figures de *Tæn. multinervis* publiées par M. Raciborski (1), sont purement accidentelles, et imputables uniquement au mode de conservation des échantillons: la face supérieure de la fronde devait présenter le long du rachis médian

(1) RACIBORSKI, Permokarbonska Flora Karniowickiego wapienia (*Rozpr. Wydz. mat. Akad. w Krakowie*, XXI, 1891), pl. VI, fig. 4-9.

une gouttière assez profonde, sur les bords de laquelle se trouvaient et le point de départ des nervures latérales et leurs premières bifurcations. Lorsque le limbe est bien étalé, ce point de départ et ces bifurcations sont visibles, ainsi que l'incurvation basilaire; l'empreinte offre alors les caractères normaux du *Tæn. multinervis*. Si les deux bords de la gouttière sont demeurés rapprochés l'un de l'autre, la portion tout à fait inférieure des nervures n'est plus visible, et celles-ci n'apparaissent sur l'empreinte qu'ayant pris déjà une direction normale ou presque normale au rachis et privées de leurs premières bifurcations, présentant ainsi l'aspect du *Tæn. fallax*. Si, d'autre part, on a affaire à l'empreinte de la face inférieure, le rachis, assez large et plus ou moins écrasé, masque la portion la plus inférieure des nervures, ce qui donne lieu à la même apparence; tel est certainement le cas de l'empreinte fig. 4.

Il faut donc bien réunir au *Tæn. multinervis* les deux formes figurées par Göppert sous le nom de *Tæn. fallax* (1) et dont l'une, *Tæn. fallax, major*, présentait d'ailleurs avec le *Tæn. multinervis* une ressemblance assez marquée. J'ajoute, à ce que j'ai dit plus haut de l'espacement des nervures, que, parmi les échantillons de Teufelsbrunnen, j'en ai trouvé où le nombre des nervures, comptées sur le bord du limbe, s'élève jusqu'à 50 par centimètre, tandis que sur d'autres il peut descendre à 20 et même à 18.

La largeur de la fronde varie également dans des limites singulièrement larges: habituellement elle oscille entre 30 et 45 ou 50 millimètres, mais elle peut, d'une part, se réduire presque à 20 millimètres, et d'autre part elle s'élève parfois jusqu'à 12 centimètres, comme sur l'échantillon fig. 5, égalant ainsi ou dépassant celle du *Tæn. abnormis* Gutbier (2), sans qu'il soit cependant possible de tracer une limite ni de voir là autre chose que des variations individuelles: on en observe d'ailleurs de tout aussi étendues chez certaines Fougères vivantes, telles, par exemple, que l'*Asplenium nidus*. Quant à la nervation, indiquée par Gutbier comme normale au rachis médian, la figure de détail qu'il a donnée, de même que celle qu'a publiée plus récemment M. Sterzel (3), montre nettement des nervures fortement incurvées à la base et bifurquées à peu de distance de leur origine, de telle sorte que, avec ce

(1) GÖPPERT, Foss. Fl. d. Perm. Form., p. 130, pl. VIII, fig. 5, 6; pl. IX, fig. 3.

(2) GUTBIER, Die Verstein. d. Rothlieg. in Sachsen, p. 17, pl. VII, fig. 1, 2.

(3) STERZEL, Tæniopterideen aus dem Rothlieg. von Chemnitz-Hilbersdorf (*Neues Jahrb. f. Min.* 1876), pl. VI, fig. 1 a.

que j'ai dit tout à l'heure des variations qu'on observe à cet égard chez le *Tæn. multinervis*, on est forcément amené à considérer le *Tæn. abnormis* comme une simple forme de ce dernier.

Bien que le nom spécifique de *multinervis* soit postérieur à ceux d'*abnormis* et de *fallax*, je crois néanmoins qu'il doit être conservé de préférence à ceux-ci, l'espèce n'ayant, en réalité, été nettement définie ni par Gutbier ni par Gæppert, qui n'en ont figuré que des formes anormales, et Weiss en ayant le premier fixé les véritables caractères, sans pouvoir, en raison des différences apparentes de nervation, soupçonner l'identité spécifique de ces trois formes.

J'ajoute que, sur tous les échantillons assez complets de *Tæn. multinervis* de Teufelsbrunnen, on voit le limbe se rétrécir graduellement à la partie inférieure, descendant le long du rachis jusqu'à se réduire à rien, conformément à ce que faisait présumer l'une des empreintes de Millery que j'ai figurées (1); aucun d'entre eux ne montre la termination brusque en une base arrondie que faisait voir un autre spécimen de Millery (2), assez mal conservé d'ailleurs, et que je n'avais rapporté qu'avec quelque hésitation à cette espèce.

SPHÉNOPHYLLÉES.

Sphenophyllum oblongifolium. Germar et Kaulfuss (sp.). — Divers échantillons, les uns à feuilles normales, les autres à feuilles plus profondément divisées.

Cette espèce avait, comme la précédente, été reconnue à Teufelsbrunnen dès 1879 par M. l'abbé Boulay.

Sphenoph. Thoni. Mahr. — Quelques spécimens.

CALAMARIÉES.

Calamites cannaeformis. Schlotheim. — Quelques empreintes, dans les premières récoltes de M. Benecke.

Celles-ci comprenaient en outre diverses tiges de Calamariées ligneuses, dont quelques-unes étaient assimilables à l'*Arthropitys*

(1) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien d'Epinac et d'Autun, Flore fossile, 1^{re} part., pl. XII, fig. 2.

(2) Ibid., p. 165, pl. XII, fig. 5.

approximata Artis (sp.) (1); parmi les autres, et d'après leur ressemblance avec des échantillons de Commentry, une partie m'ont paru pouvoir être comparés à l'*Arthr. communis* Binney, et le reste à l'*Arthr. elongata* B. Renault, sans que je puisse toutefois, vu l'absence de caractères anatomiques, présenter ces déterminations comme certaines.

Annularia stellata. Schlotheim (sp.). — Cette espèce, signalée par M. l'abbé Boulay, est accompagnée à Teufelsbrunnen de nombreux épis de fructification (*Calamostachys tuberculata*), dont quelques-uns dépouillés de leurs sporanges, qu'on retrouve épars sur certaines plaques en nombre considérable.

A côté des verticilles foliaires de l'*Ann. stellata*, j'ai observé également, sur quelques échantillons, des racines à ramification pinnée, assez semblables au *Pinnularia columnaris* Artis (sp.) ou au *Pinn. capillacea* Lindley et Hutton; je les mentionne ici en raison de l'attribution que M. Grand'Eury croit pouvoir en faire à cet *Annularia* (2).

CORDAÏTES.

Cordaïtes sp. — Parmi les échantillons récoltés en 1889 et 1890 à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, se sont trouvés des fragments de feuilles de *Cordaïtes*, trop incomplets pour pouvoir être déterminés spécifiquement avec certitude; je crois cependant qu'une partie au moins d'entre eux appartiennent au *Cord. principalis* Germar (sp.).

Je rappelle que M. l'abbé Boulay a également signalé des *Cordaïtes* à Teufelsbrunnen sans pouvoir leur attribuer de nom spécifique. Il y a cité aussi un *Dorycordaïtes*, mais je n'ai vu aucun échantillon appartenant à ce genre.

Poacordaïtes expansus. Renault. — Je rapporte à cette espèce, créée par M. B. Renault sur des empreintes de Commentry (3), des fragments de feuilles linéaires qui se sont montrés en abondance

(1) Au sujet de la mention que je fais ici du nom d'Artis, au lieu de celui de Schlotheim, cité couramment comme créateur de ce nom spécifique pour les *Calamites* à entrenœuds très courts, je ne puis que renvoyer aux observations que j'ai déjà formulées dans la *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes*, p. 352-353.

(2) GRAND'EURY, Flore carb. du dép. de la Loire, p. 46.

(3) B. RENAULT, Flore foss. du terr. houiller de Commentry, 2^e part., p. 590, pl. LXVI, fig. 8 à 10.

dans les dernières récoltes de M. Benecke. Ces feuilles varient, comme largeur, entre 12 et 22 millimètres ; elles sont arrondies au sommet, parcourues par des nervures fortes espacées de 0^{mm},75 à 1 millimètre, entre lesquelles on distingue plusieurs nervures fines et serrées, qui pourraient parfois faire croire qu'on a affaire à un *Dorycordaites*. La longueur reste incertaine, mais elle dépassait certainement 20 centimètres.

J'imagine que ce sont des fragments de ces mêmes feuilles que M. l'abbé Boulay a désignés sous le nom de « *Poacordaites latifolius* Gr. Eury » (1), et il est possible qu'il y ait, en effet, identité avec l'espèce de Saint-Etienne à laquelle ce nom devait s'appliquer; mais M. Grand'Eury se réfère simplement, pour son *Poacordaites latifolius* (2) ou *sublatifolius* (3), au « *Poacites latifolius* Gœppert, *Die fossile Flora des Uebergangsgebirges*, p. 215, pl. XV. » Or, en se reportant à cet ouvrage (p. 216 et non 215), on voit que Gœppert n'a mentionné le *Poacites latifolius*, dont il avait antérieurement donné le nom seul sans définition, que comme synonyme de son *Næggerathia palmaeformis*, lequel est un *Dorycordaites*. Le nom de *Poacordaites latifolius* doit donc forcément, quelle que soit l'espèce à laquelle il ait dû s'appliquer, être laissé de côté.

M. l'abbé Boulay a cité en outre à Teufelsbrunnen, mais avec quelque doute, l'*Anthodiopsis Beinertiana* Gœppert; peut-être s'agit-il là d'une inflorescence mâle de quelque Cordaïté; mais parmi les empreintes que m'a communiquées M. Benecke, il ne s'est rien trouvé d'analogue.

CYCADÉES.

Plagiozamites (nov. gen.) *Planchardi*. Renault (sp.) (Pl. VIII, fig. 1 à 5; Pl. IX, fig. 1). — Tandis qu'à Commeny, où ont été découverts les premiers *Zamites* paléozoïques, il n'a été rencontré qu'un seul échantillon, et encore assez mal conservé, montrant les folioles en place le long du rachis, tous les autres offrant seulement des folioles détachées, à Teufelsbrunnen au contraire il a été récolté plusieurs fragments de frondes avec leurs folioles attachées de part et d'autre du rachis commun et dans un excellent état de conservation. Les plus intéressants sont représentés Pl. VIII, fig. 1 à 5

(1) BOULAY, loc. cit., p. 23, 45.

(2) GRAND'EURY, loc. cit., p. 224.

(3) Ibid., p. 314.

et Pl. IX, fig. 1; le plus beau d'entre eux assurément est celui que reproduit la fig. 1, Pl. VIII, et qui, recueilli par M. Raciborski, a été donné par lui aux collections du Service géologique d'Alsace, à Strasbourg; il ressemble beaucoup, au premier coup d'œil, à divers *Zamites* secondaires, à cela près toutefois qu'il a les folioles moins aiguës que la plupart de ceux-ci; mais si on l'étudie de plus près, si l'on examine surtout certains autres échantillons, tels que ceux des fig. 4 et 5, Pl. VIII; fig. 1, Pl. IX, on constate qu'il s'agit ici d'un type différant à beaucoup d'égards des vrais *Zamites* et méritant à aussi juste titre au moins que les *Otozamites*, les *Podozamites*, et autres formes secondaires, d'en être distingué génériquement.

D'une part, les folioles, au lieu d'avoir un contour entier, sont munies sur leurs bords de dents aiguës plus ou moins espacées, constituées par le prolongement des nervures. Ces dents sont nettement visibles sur le bord inférieur des folioles les plus basses de l'échantillon fig. 1, Pl. IX, où elles atteignent au moins 0^{mm},5 de longueur: elles se distinguent fort bien sur la figure grossie 1 A. Le même prolongement des nervures se voit également, non plus sur les bords latéraux, mais à l'extrémité des folioles supérieures du fragment de fronde fig. 4, Pl. VIII, ainsi que de celles de l'échantillon fig. 5, dont le limbe apparaît même véritablement frangé, tant ces dentelures sont accentuées (fig. 4 A, 5 B).

D'autre part, le mode d'insertion de ces folioles est tout différent de celui qu'on observe chez les *Zamites* jurassiques et crétacés, quel que soit le genre ou sous-genre auquel on ait affaire: chez ces derniers, en effet, l'insertion a toujours lieu suivant une ligne parallèle ou à peu près parallèle à l'axe du rachis, et sur la face supérieure de celui-ci, les folioles s'étalant toutes dans un même plan, tangent audit rachis; ici au contraire l'insertion est nettement transversale: la base de chaque foliole entoure le rachis suivant une ligne oblique, qui s'élève d'avant en arrière et embrasse près de la moitié de la périphérie (fig. 5, 5 A, Pl. VIII). Les folioles sont ainsi presque amplexicaules, et l'on constate sur les échantillons fig. 4 et 5 que leurs limbes, au lieu de s'étaler dans un seul et même plan, s'étagaient les uns au-dessus des autres, à droite et à gauche, dans deux séries de plans parallèles, symétriquement inclinés sur l'axe de la fronde. Sur plusieurs empreintes, ces folioles sont, il est vrai, étalées dans un même plan, à la surface du lit sur lequel elles reposent, mais on reconnaît, par exemple sur l'échantillon fig. 1, Pl. VIII, qu'il y a eu dans ce cas une légère torsion du limbe, et que le bord inférieur de la foliole, au voisinage de la

base, continue à faire une saillie plus ou moins prononcée en avant du rachis, tandis que le bord opposé reste en arrière de ce même rachis et plus enfoncé dans la roche. Il en est de même sur l'échantillon fig. 1, Pl. IX, mais avec une disposition inverse, celui-ci montrant la face inférieure des folioles.

Par ces deux caractères, dentelure des bords du limbe et insertion transversale, ces fragments de frondes rappellent le *Næggerathia foliosa*, chez lequel les folioles sont également insérées transversalement, et parcourues par des nervures dichotomes se terminant en dents aiguës sur le bord du limbe, ainsi que l'indique la figure type publiée par Sternberg et que j'ai pu le vérifier sur un très bon échantillon de cette espèce compris dans la collection de M. Helmhacker, acquise par l'Ecole des Mines. Seulement chez le *Nægg. foliosa*, les folioles, manifestement plus coriaces, ont une forme générale absolument différente. Il semble qu'on ait affaire ici à un type intermédiaire entre les genres *Næggerathia* et *Zamites*, présentant à la fois les deux caractères sus-mentionnés du premier, mode d'insertion et dentelure du limbe, et la forme des folioles du second avec un port général tout à fait semblable, résultant de ce que ces folioles, insérées plus obliquement que celles des *Næggerathia*, tendent à s'étaler à droite et à gauche du rachis au lieu de rester dressées contre lui.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, à propos de la ressemblance que je signale avec les *Næggerathia*, qu'une espèce très voisine pour le moins de celle dont je parle en ce moment, avait été, ainsi que nous l'apprend M. Potonié (1), étiquetée primitivement par Weiss sous le nom générique de *Næggerathia*, et reconnue seulement plus tard par lui comme n'appartenant pas à ce genre, mais alors rapportée à tort aux *Odontopteris* sous le nom provisoire d'*Odont. næggerathieformis*. J'ajoute que, tout en donnant à l'échantillon de Stockheim qu'il a figuré (2), le nom de *Zamites carbonarius*, M. Potonié s'est demandé, en raison du mode d'insertion des folioles, si l'on n'avait pas affaire là à un rameau de quelque Conifère plus ou moins analogue aux *Dammara*, plutôt qu'à une portion de fronde de Cycadée.

Les échantillons recueillis à Teufelsbrunnen permettent de répondre à la question qu'il s'est posée : les uns, comme celui de la fig. 4, Pl. VIII, montrent que vers le bas les folioles vont en se rac-

(1) H. POTONIÉ, loc. cit., p. 211.

(2) Ibid., p. 210, pl. XXIX, fig. 3.

courcissant peu à peu, ainsi que cela a lieu dans les frondes d'un grand nombre de Cycadées, et notamment chez la plupart des *Zamites* et des *Otozamites* ; sur d'autres, fig. 1 et 3, on voit les folioles, d'abord étalées presque horizontalement dans la région inférieure, se redresser graduellement vers le haut, comme il arrive au voisinage du sommet d'une fronde ; il semble même qu'au haut de la fig. 3, l'on voie la naissance de la foliole terminale. Enfin, si ceci reste douteux sur ce dernier échantillon, celui de la fig. 2 montre nettement à l'extrémité du rachis, contiguë à la dernière foliole de droite, la partie inférieure d'une foliole dressée verticalement et faisant suite au rachis, laquelle est incontestablement une foliole terminale. Il ressort de là qu'il s'agit bien ici de frondes pinnées, comme chez les *Næggerathia* et les *Zamites*, et non pas de rameaux feuillés ne ressemblant qu'en apparence à l'un et à l'autre de ces genres.

Ce que j'ai dit tout à l'heure des différences qui séparent ces fragments de frondes des véritables *Zamites* m'a conduit à en faire le type d'un genre nouveau, essentiellement fondé sur le mode d'insertion des folioles, la denticulation du limbe pouvant peut-être ne pas exister chez toutes les espèces. Ce genre, auquel je donne le nom de *Plagiozamites*, comprendra ainsi les frondes cycadéennes à folioles ovales-lancéolées, ressemblant par leur forme générale à celles des *Zamites*, mais *insérées obliquement* sur le rachis commun ; ces folioles me paraissent en outre différer de celles des *Zamites* en ce qu'elles n'offrent pas à leur base l'épaississement calleux que présentent toujours ou presque toujours ces dernières.

En ce qui concerne la dénomination spécifique des échantillons de Teufelsbrunnen, je dois dire que la comparaison que j'ai dû en faire avec ceux de Commentry ne m'a pas permis de me ranger à l'opinion de M. Potonié, qui considère comme identiques et réunit en une seule (1) les six espèces distinguées par M. B. Renault (2) sous les noms de *Zamites carbonarius*, *Zam. Planchardi*, *Zam. Minieri*, *Zam. acicularis*, *Zam. regularis* et *Zam. Saportanus*. Si l'on examine en effet les divers échantillons qui ont été recueillis à Teufelsbrunnen, on constate bien que de l'un à l'autre la dimension des pinnules varie dans de larges limites, de 6 ou même de 4 à 12 et 13 millimètres comme largeur, de 15 à 40 millimètres, parfois même 45 millimètres, comme longueur, et que la forme elle-même n'est

(1) H. POTONIÉ, loc. cit., p. 210-211.

(2) B. RENAULT, Flore foss. du terr. houiller de Commentry, 2^e part., p. 614-617, pl. LXVII. fig. 7-19.

pas absolument invariable, un peu plus largement ovale dans les folioles courtes, un peu plus étroitement lancéolée dans les plus allongées; mais il est un caractère parfaitement constant, c'est celui de l'espacement relatif des nervures, qui n'oscille guère qu'entre 0^{mm},4 et 0^{mm},5. Aussi ne m'a-t-il pas paru possible de rapporter les échantillons de Teufelsbrunnen au *Zam. carbonarius*, qui, ainsi que l'a indiqué M. Renault et que j'ai pu le vérifier sur l'échantillon type, a les nervures sensiblement plus serrées; il a en même temps les folioles plus largement ovales qu'aucun des échantillons dont je viens de parler. Il est, malheureusement, assez mal conservé, mais il semble, d'après un examen attentif, que les bords du limbe soient hérissés de dents extrêmement courtes et très rapprochées; en tout cas on n'y voit nullement les longues dents que montrent les figures grossies 4 A, 5 B, Pl. VIII, et 1 A, Pl. IX; quant à la callosité que M. Renault a indiquée à la base de ces folioles, je crois qu'il n'y a là qu'une apparence, résultant de ce que, en fait, les folioles, au lieu d'être insérées sur la face supérieure du rachis comme on le croirait au premier coup d'œil, sont insérées obliquement sur le bord de ce rachis, et que celui-ci se trouve par suite en partie superposé à leur base.

Le *Zam. Minieri* a les nervures aussi serrées que le *Zam. carbonarius*, et étant donné les variations de taille et de forme que l'on constate sur les fragments de frondes de Teufelsbrunnen, je ne serais pas surpris qu'il ne représentât qu'une forme du *Zam. carbonarius*, correspondant peut-être aux folioles les plus basses de la fronde.

Le *Zam. Saportanus*, d'autre part, a les nervures deux fois plus espacées et paraît avoir eu un limbe plus coriace que l'espèce d'Alsace, de telle sorte que l'identification ne m'a pas non plus semblé possible.

En revanche, la concordance avec le *Zam. Planchardi* est assez complète pour que je n'hésite pas à désigner sous ce nom spécifique les échantillons de Teufelsbrunnen. La foliole détachée de Commentry, qui constitue le type de cette espèce, est, il est vrai, plus grande que les plus grandes de celles qui m'occupent ici, mais de 5 ou 6 millimètres seulement, et sous le rapport de la taille elle en diffère beaucoup moins que les extrêmes de ces dernières ne diffèrent entre elles; on sait d'ailleurs que le *Zam. Feneonis*, par exemple, présente, sous ce rapport, des écarts encore plus considérables. La nervation, d'autre part, est absolument la même. Enfin, en dégagant les bords de la foliole de Commentry, j'y ai reconnu la présence de

dents aiguës, assez espacées, constituées par le prolongement des nervures, et parfaitement semblables à celles qu'on voit sur les fig. 1, 1 A, Pl. IX. Je n'ai donc aucun doute sur l'identification.

Quant aux *Zam. acicularis* et *Zam. regularis*, je ne saurais préciser leurs rapports avec les espèces précitées ; je serais toutefois assez disposé à croire que ce dernier doit, malgré l'écartement un peu plus fort de ses nervures, être réuni au *Zam. Planchardi*.

Il est certain, dans tous les cas, que ces diverses formes de Comentry, quelle que soit leur valeur spécifique, appartiennent toutes au même type générique, c'est-à-dire au genre *Plagiozamites* ; quant à l'appréciation de cette valeur, il faudrait être en possession de renseignements plus complets, c'est-à-dire d'échantillons moins fragmentaires et mieux conservés, pour pouvoir affirmer d'une façon absolument définitive si, comme je le crois d'après leurs différences de nervation, il y a bien là trois ou quatre espèces distinctes, sinon même davantage, ou si, au contraire, comme l'a admis M. Potonié, ce ne seraient, malgré ces différences, que des variations d'un seul et même type spécifique.

J'ajoute que le genre *Plagiozamites* me paraît trop voisin des *Zamites* pour qu'il puisse rester un doute sur leur affinité réelle avec eux, et comme il est, d'autre part, manifestement allié de près avec les *Neggerathia*, on doit en conclure que ce dernier genre appartient bien, lui aussi, comme l'avait pensé Brongniart (1), à la classe des Cycadées, en prenant ce terme dans le sens le plus large, et non à celle des Fougères, où le placent encore nombre de paléobotanistes.

Étant donné l'abondance de ces fragments de frondes de *Plagiozam. Planchardi* dans le gisement exploré par M. Benecke, il n'est pas défendu d'espérer que l'on trouvera peut-être quelque jour à Teufelsbrunnen des échantillons susceptibles de fournir des renseignements sur le mode de fructification de cet intéressant type générique.

CONIFÈRES.

Walchia piniiformis. Schlotheim (sp.). — Il s'est trouvé, dans les dernières récoltes de M. Benecke, quelques ramules de cette espèce, à laquelle il faut sans doute rapporter aussi un fragment de tige écrasé, très charbonneux, large de plus de 4 centimètres, encore muni de feuilles le long de ses bords.

(1) Ad. BRONGNIART, Tabl. des genres de végét. foss., p. 64-65.

Walchia filiciformis. Schlotheim(sp.). — Un fragment de rameau avec ses ramules encore adhérents.

Gomphostrobilus bifidus. E. Geinitz (sp.). — Une écaille bifurquée au sommet, semblable à celles qui ont été déjà figurées sous ce nom. Je la mentionne ici à côté des *Walchia*, dans la pensée qu'il faut y voir une écaille séminifère de Conifère, plutôt qu'une feuille sporangifère de Psilotacée comme le voudrait M. Potonié (1).

GRAINES.

Cordaicarpus Cordai. Geinitz (sp.). — Je rapporte à cette espèce plusieurs graines ovales ou arrondies, obtusément aiguës à l'une de leurs extrémités, et qui ne diffèrent pas plus les unes des autres comme forme et comme taille que les échantillons figurés par M. H. B. Geinitz.

M. l'abbé Boulay a signalé à Teufelsbrunnen (2) le *Cardiocarpus orbicularis* Ettingshausen et le *Rhabdocarpus obliquus* Gæppert; aucune de ces deux espèces ne s'est trouvée représentée dans les échantillons que m'a communiqués M. Benecke.

Trigonocarpus Parkinsoni. Brongniart. — L'une des graines récoltées par M. Benecke dans ses dernières explorations ressemble de tout point, comme forme et comme dimensions, aux figures données par Parkinson: je la rapporte donc à cette espèce plutôt qu'au *Trig. postcarbonicus* Gümbel, qui a le sommet moins aigu.

Pachytesta sp.(?). — Peut-être faut-il attribuer à ce genre de grosses graines, trouvées à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, mais trop incomplètement conservées pour être susceptibles d'une détermination générique tant soit peu certaine.

Samaropsis sp. (?) — Je ferai la même observation pour d'autres graines, qui paraissent avoir été munies d'une aile et qui se rangeraient en ce cas dans le genre *Samaropsis*.

Samaropsis (?) *socialis*. Gr. Eury (sp.). — Quelques plaques de Teufelsbrunnen montrent un grand nombre de ces petites graines, dont l'aile est tellement réduite qu'on peut même douter de son existence, si bien que leur attribution au genre *Samaropsis* ne peut être considérée comme absolument certaine.

(1) POTONIÉ, loc. cit., p. 197-210.

(2) BOULAY, loc. cit., p. 23.

Parmi les espèces qui viennent d'être énumérées, huit n'avaient pas été observées lors des premières recherches faites à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, non plus que par M. l'abbé Boulay, à savoir : *Pecopteris Monyi*, *Callipteridium Rochei*, *Callipteris prælongata*, *Nevropteris* sp., *Nevr. Planchardi*, *Plagiozamites Planchardi*, *Walchia piniformis*, *W. filiciformis* et *Gomphostrobus bifidus*. Or, ce ne sont pas, au point de vue de l'appréciation du niveau, les moins intéressantes de la liste qui précède. Elles viennent, en effet, préciser et confirmer d'une façon très nette les conclusions de MM. Benecke et van Werveke relatives à l'âge de ces couches. Dans leurs premières explorations, si on laisse de côté le *Nevr. gleichenioides*, dont la détermination n'est pas bien certaine, il ne s'était trouvé en effet que deux espèces franchement permienues, *Tæniopteris multinervis* et *Callipteris conferta*, et encore celle-ci représentée seulement par un échantillon unique et fort incomplet. A côté de ces deux espèces, dont la dernière a été rencontrée sous forme de fragments de frondes plus nombreux et plus complets, il faut en placer maintenant trois ou quatre autres, qui sont pour le moins aussi caractéristiques : d'abord le *Callipteridium Rochei*, trouvé d'une part dans le Rothliegende moyen de Schwarzkosteletz en Bohême, d'autre part dans le Permien inférieur de l'Autunois (Autunien), dans l'étage inférieur d'Ignon et peut-être dans l'étage moyen de Muse ; le *Callipteris prælongata*, découvert à Lebach, mais retrouvé depuis peu, ainsi que je l'ai rappelé, dans le Rothliegende inférieur de la Saxe ; le *Walchia filiciformis*, exclusivement propre au Permien tout aussi bien que les *Callipteris*, et qui, déjà signalé par Weiss à la partie supérieure de l'étage de Cusel, s'est montré à M. Potonié dans les couches les plus inférieures du Rothliegende de la Thuringe, notamment à Stockheim (1) ; enfin le *Gomphostrobus bifidus*, qui, à part les couches de Loubignac dans la Corrèze (2), que je regarde comme appartenant encore au Houiller, mais comme confinant immédiatement au Permien, n'a été rencontré que dans ce dernier terrain.

Quant aux *Pecopteris Monyi* et *Nevropteris Planchardi*, leur présence à côté des *Callipteris* n'a rien que de naturel, puisqu'on les a déjà observés ailleurs dans des couches permienues ; j'en dirai autant du *Plagiozamites Planchardi*, une forme extrêmement voisine, sinon identique, ayant, comme je l'ai dit, été trouvée dans le Rothliegende inférieur de Stockheim.

(1) POTONIÉ, loc. cit., p. 2.

(2) ZEILLER, Bassin houiller et permien de Brive, Flore foss., p. 402.

En résumé, la flore de Teufelsbrunnen comprend, pour la plus grande partie, des espèces houillères, mais connues pour monter plus ou moins haut dans le Rothliegende, et, réparties au milieu d'elles, cinq ou six espèces exclusivement propres au Permien. Ce sont bien là les proportions qui caractérisent la flore du Rothliegende inférieur, telle qu'on l'observe à Cusel dans le bassin de la Sarre, au Plauensche Grund en Saxe, à Stockheim en Bavière, à Igornay dans l'Autunois. Aucune, d'ailleurs, de ces cinq ou six espèces particulièrement caractéristiques n'est de nature à être invoquée à l'encontre de cette détermination, puisque toutes ont été observées déjà sur ce même horizon. D'un autre côté, l'on n'a pas rencontré à Teufelsbrunnen les formes si variées de *Callipteris*, telles que *Call. Naumanni*, *Call. lyratifolia*, *Call. subauriculata*, qu'on a l'habitude de voir apparaître dès qu'on s'élève un peu plus haut, comme par exemple à Lebach, à Reinsdorf en Saxe, à Manebach en Thuringe, à Muse ou à Millery dans l'Autunois.

On peut donc paralléliser les couches de Teufelsbrunnen, c'est-à-dire l'étage de Trienbach, avec les niveaux précités de Cusel, du Plauensche Grund, de Stockheim et d'Igornay ; c'est la partie la plus basse du Permien, le Rothliegende inférieur, ou, autrement dit, l'Autunien inférieur, si l'on veut, comme plusieurs géologues sont d'avis de le faire, réserver le nom de Rothliegende pour l'étage des Grès rouges et admettre trois termes dans la formation permienne.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VIII.

- Fig. 1. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 2. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Sommet d'une fronde.
 Fig. 3. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Portion supérieure d'une fronde.
 Fig. 4. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 4 A. — Folioles du même, grossies une fois et demie.
 Fig. 5. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 5 A. — Base des folioles du même, grossie deux fois.
 Fig. 5 B. — Sommet des folioles du même, grossi deux fois.

PLANCHE IX.

- Fig. 1. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde, vu en dessous.
 Fig. 1 A. — Folioles du même, grossies une fois et demie.
 Fig. 2. — *Taniopteris multinervis*. Weiss. — Portion supérieure d'une fronde.
 Fig. 3. — *Taniopteris multinervis*. Weiss. — Sommet d'une fronde.
 Fig. 4. — *Taniopteris multinervis*. Weiss. — Portion inférieure d'une fronde.
 Fig. 5. — *Taniopteris multinervis*. Weiss. — Fragment d'une fronde très large.
 Fig. 6. — *Neuropteris* sp. — Fragment de penne.
 Fig. 6 A. — Pinnule du même, grossie une fois et trois quarts.

NOTE

SUR LES CRIOCERAS DU GROUPE DU *CRIOCERAS DUVALI*

par M. H. NOLAN (1).

(Pl. X).

L'examen de nombreux exemplaires du groupe du *Crioceras Duvali* (Léveillé) recueillis à Marjoque m'a conduit à exposer les déductions que j'ai tirées de la comparaison de ces Ammonitidés, tant au point de vue de leur répartition en espèces distinctes qu'en ce qui concerne les rapports de ces diverses espèces, soit entre elles, soit avec des formes voisines ayant déjà reçu des dénominations spécifiques.

Remontant aux diagnoses de Léveillé (2), de d'Orbigny (3) et de Pictet (4), puis confrontant les figures données par ces auteurs et par M. Bayle (5) avec les échantillons que j'ai eus entre les mains, j'ai cru remarquer que le nom de *Crioceras Duvali* était appliqué aujourd'hui non seulement à des formes semblables à celle découverte par Léveillé, mais encore à des Céphalopodes très éloignés à l'état jeune du type primitivement décrit.

Pictet le premier avait admis que les individus de *Crioceras Duvali* se répartissaient en deux sections (6). L'une où prenaient place

(1) Communication faite dans la séance du 19 Mars 1894; manuscrit remis le 14 Mars. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 17 Mai 1894.

L'étude de ces fossiles, commencée au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Munier-Chalmas, a été continuée et achevée au Laboratoire de la Faculté de Grenoble, où M. le professeur Kilian a bien voulu m'aider de son expérience et de ses conseils.

(2) LÉVEILLÉ. — Description de quelques nouvelles coquilles fossiles du département des Basses-Alpes. *Mémoires de la Société Géologique de France*, tome II, 2^e partie, 1837, p. 313, pl. 22, fig. 1.

(3) D'ORBIGNY. — Paléontologie française. Terrains crétacés, t. I, p. 459, pl. 113.

(4) PICTET et CAMPICHE. — Matériaux pour la Paléontologie suisse, 3^e série, 1861-64, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis. — PICTET. Mélanges paléontologiques, 1863, 2^e notice, p. 9, pl. 1, fig. 2.

(5) BAYLE. — Explication de la Carte géologique de France, 1878, t. IV (Planches). Planche 97.

(6) PICTET. — Matériaux pour la Paléontologie suisse, 3^e série, 1861-1864, p. 37.

les échantillons à grosses côtes tuberculées séparées par des faisceaux de côtes toujours minces et à section des tours arrondie : C'était son type alpin (type n° 2), celui qui, selon lui, se rapprochait le plus par ses caractères de l'espèce Léveillé. Pictet considérant en outre le *Crioceras Duvali* de la Paléontologie française comme devant être rangé dans la même section et cette opinion semble des mieux justifiées.

L'autre section fut créée pour les *Crioceras* chez lesquels les tubercules des grosses côtes deviennent moins constants avec l'âge, et surtout chez lesquels les côtes secondaires s'épaississent de plus en plus, de sorte que la différence primitive de taille entre elles et les principales diminue à mesure que le Céphalopode s'accroît.

Pictet voyait dans les individus de cette catégorie (type n° 1) une forme plus particulièrement jurassienne de l'espèce, quoiqu'on la trouve aussi dans les régions subalpines, comme du reste il l'indique lui-même.

Il attira également l'attention sur ces faits, que chez les *Crioceras Duvali*, la persistance des tubercules conduirait au *Crioceras Emerici* (Léveillé), que la disparition de ces ornements sur les régions ombilicales et latérales des grosses côtes mènerait au contraire au *Crioceras Villersianum* (d'Orb.), et qu'enfin on relève beaucoup de similitude entre le *Crioceras* dont il est question et certaines *Ammonites angulicostatus* (d'Orb.) à spire déroulée.

La possession d'un nombre d'exemplaires plus considérable que celui qu'il avait été donné à Pictet d'observer, a confirmé à mon avis les appréciations d'ensemble du savant genevois et m'a permis en outre d'exprimer les considérations suivantes que m'a suggérées l'examen de formes nouvelles ou intermédiaires jusqu'à présent inconnues. (1)

Une différence frappe tout d'abord quand on compare la figure du mémoire de Léveillé à celles des autres auteurs qui ont étudié après lui l'espèce qu'il avait créée. Tandis en effet que dans le type, les grosses côtes, lisses dès le début, sont simplement renflées à leur extrémité ventrale, dans les figures de d'Orbigny et de Pictet, au contraire, elles sont *trituberculées*, au moins tant que le Céphalopode n'est pas parvenu à une phase avancée de son développement.

(1) J'aurais vivement désiré que l'état de mes matériaux me permit d'accompagner les figures de mes exemplaires du tracé de leurs *cloisons*. Malheureusement, leur conservation était insuffisante, et j'ai pu seulement noter qu'elles se rapprochaient beaucoup de celles des *Hoplites* figurées par Neumayr et Uhlig dans leur étude sur le *Hills* de l'Allemagne du Nord.

Les spécimens représentés dans le Paléontologie française et dans les Matériaux pour la Paléontologie suisse doivent donc en réalité être envisagés comme des formes liées au type par une parenté qui, bien qu'étroite, ne l'est pas assez pour qu'on ne trouve dans les différences constantes qu'elles présentent avec lui, des raisons suffisantes pour y voir des espèces distinctes.

Ce qui fortifie, à mon avis, cette opinion, c'est qu'il existe bien une forme à côtes sans tubercules, identique à celle des Mémoires de la Société Géologique de France et de la Description de la Carte géologique de France.

Si, une fois adulte, cette espèce offre trop d'affinités avec celles qui sont d'abord tuberculées pour qu'on puisse l'en séparer, elle n'en jouit pas moins pendant la majeure partie de son évolution d'une individualité incontestable.

A ne tenir compte que des catégories qui viennent d'être citées, on serait déjà porté à en conclure que l'adulte du *Crioceras Duvali* provient de la *convergence* de deux groupes à ornementation bien différente dans le principe. Or, les échantillons de Marjoke mettent en évidence l'existence d'une autre catégorie de *Crioceras* devenant également à l'âge adulte semblables au *Duvali*. Ils possèdent comme caractère d'avoir primitivement toutes leurs côtes ténues, égales et sans tubercules, et ressemblent ainsi beaucoup, autant que les dessins permettent la comparaison, à l'*Ancyloceras Hillsi* (d'Orb.) figuré par Ooster (1). C'est seulement à partir du diamètre de 3 centimètres que, chez ces individus, quelques côtes prennent une importance plus grande. Elles naissent alors à intervalles presque réguliers et finissent, en alternant avec les faisceaux de celles qui sont restées minces, par produire un *Crioceras* adulte en tout semblable à ceux issus des individus qu'ont figurés Léveillé, M. Bayle, Pictet et d'Orbigny, qui sont cependant si différents entre eux à l'état jeune.

Dans la même Baléare, on recueille surtout des intermédiaires entre le type du *Crioceras Duvali* et la forme tuberculée, c'est-à-dire des individus perdant plus ou moins rapidement 1, puis 2 tubercules de chaque côte. Je désigne cette variété sous le nom de *Crioceras Picteti* var. *majoricensis*.

Comme on a découvert également à Majorque des passages du *Crioceras Duvali* au *Crioceras angulicostatum*, il y a donc lieu, ce semble, de s'arrêter aux conclusions suivantes en ce qui concerne

(1) OOSTER. — Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, p. 62, pl. 32, fig. 2.

l'ensemble des formes se rattachant d'une façon étroite au type du *Crioceras Duvali* :

Dans l'état actuel de nos connaissances, la forme du *CRIOCERAS DUVALI* adulte provient de la convergence de trois types distincts au début :

La première est celle de Léveillé : le type; dont le test comporte dès le jeune âge de grosses côtes rayonnantes mais légèrement renflées à l'extrémité siphonale, sans tubercules et alternant en moyenne avec 5-8 côtes plus déliées qui se bifurquent parfois près de la région ombilicale dans la suite du développement.

La deuxième, que je nomme *Crioceras Picteti*, porte sur chacune des grosses côtes dont elle est ornée trois tubercules. Ceux-ci sur les exemplaires de la variété *majoricensis* disparaissent de bonne heure d'abord de la région latérale, ensuite de la région ombilicale des côtes, et leur perte prématurée coïncide d'ordinaire avec un enroulement plus étroit des tours. On trouve donc là l'exemple d'une évolution, de rapidité variable suivant les individus mais qui pourtant, conduit constamment de la forme de Pictet à celle du type établi par Léveillé.

Il n'y a, par contre, pas de motifs suffisants pour ranger dans une classe spéciale les *Crioceras* tuberculés chez lesquels la différence de grosseur entre les côtes diminue à mesure que la spire s'accroît. Cette transformation est en effet générale chez tous les individus quelle qu'en soit la forme originelle, dès qu'ils se rapprochent de l'âge adulte.

Les échantillons sur lesquels Pictet avait basé cette subdivision aussi bien que les fragments de gros *Crioceras* sans tubercules rapportés de Marjorque me semblent mettre suffisamment ce fait en évidence. Je considérerai donc simplement le type n° 1 de Pictet comme très proche du type n° 2 du même auteur, et j'en fais la variété *jurensis* pour des raisons de même ordre que celles qui m'ont amené à créer la var. *majoricensis* avec des individus de Majorque dont les tubercules sont de bonne heure caducs.

Si enfin, dans les formes tuberculées, surtout chez la variété à côtes tendant à devenir de moins en moins dissemblables, les tubercules persistent à tout âge, la fixation chez l'adulte de ce caractère du jeune aboutit non plus au *Crioceras Duvali*, mais à une espèce considérée jusqu'ici comme étant nettement individualisée, le *Crioceras Emerici*.

La troisième forme dont l'évolution donne comme résultante

un *Crioceras Duvali* n'a jusqu'à ce jour été signalée qu'à Majorque ; c'est pourquoi je propose de la désigner sous le nom de *Crioceras baleare* (1). Elle se distingue dans le jeune âge par une égalité absolue de toutes les côtes et par l'absence complète de tubercules à une date quelconque de son développement. Lorsqu'elle a dépassé le diamètre de 3 ou 4 centimètres seulement, quelques côtes commencent à l'emporter en épaisseur sur les voisines qui restent simples d'abord, mais dont bientôt quelques-unes se dichotomisent à partir de la région ombilicale. En dernier lieu, cette augmentation de volume de certaines côtes s'effectue progressivement à intervalles de plus en plus rapprochés, de sorte qu'il en résulte finalement un *Crioceras Duvali* analogue à celui qui tire son origine de chacune des deux formes principales précédemment citées.

Dans le *Crioceras baleare*, si les grosses côtes renflées à leur extrémité ventrale s'échelonnent à intervalles éloignés, tandis que les côtes intermédiaires restent simples, la forme ainsi obtenue n'est autre que celle déjà décrite sous le nom de *Crioceras Villersianum*. Cette espèce me semble devoir occuper une place intermédiaire entre le *baleare* et le *Duvali* proprement dit, car, si comme le jeune du premier, elle conserve des côtes secondaires minces et simples, à l'exemple du second, elle prend de bonne heure des côtes épaissies quoique à intervalles beaucoup plus éloignés.

Quant à la production des diverses variétés du *Crioceras angulicostatum* par dérivation du *Crioceras Duvali* que soupçonnait Pictet, elle ne me paraît plus actuellement douteuse. Les figures d'Ooster (2) quoique fort imparfaites, mais en particulier celles de Pictet (3) mettent déjà suffisamment en relief et la ressemblance générale qui règne entre ces deux Ammonitidés, et surtout ce mode de bifurcation de plus en plus précoce de la partie supérieure, qui devient le principal caractère distinctif de la première. Toutefois, ce qui pouvait empêcher Pictet de préciser les liens qui unissent l'une à l'autre ces deux formes, c'était le contraste entre les jeunes sujets à côtes toujours trituberculées dans ses *Crioceras Duvali* à côtes munies d'un tubercule ombilical au plus dans les *Crioceras angulicostatum* qu'il avait pu étudier.

(1) Voir planche, fig. 2a et 2b.

(2) OOSTER.—Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, p. 114, pl. 23, fig. 1.

(3) PICTET et DE LORIOU.—Matériaux pour la Paléontologie suisse, 2^e série, 1858. Terrain Néocomien des Voirons, p. 23, pl. 4, fig. 3. — PICTET. Mélanges paléontologiques, 1863, p. II, pl. I bis, fig. 1, 2 et 3.

Aujourd'hui les motifs qui interdisaient à Pictet de se prononcer sur ce point ont perdu de leur valeur. Il a en effet été dit plus haut, comment la forme adulte connue sous le nom de *Crioceras Duvali* pouvait être dérivée tantôt de souches à côtes égales et sans tubercules (*Crioceras baleare*), tantôt de types ornés de tubercules au début (*Crioceras Picteti*). Or, si dans l'évolution progressive de ces deux formes originelles, on imagine que les côtes secondaires se bifurquent de plus en plus près de la région ventrale en même temps qu'elles tendent à s'effacer dans leur partie ombilicale et médiane, on obtiendra l'espèce pour laquelle a été créé le nom de *Crioceras angulicostatum*. C'est ce dont on possède des exemples dans la réalité. Ainsi dans le Barrémien inférieur d'Iviza (1) chez certains *Crioceras* en tout semblables aux jeunes de *Crioceras baleare*, les minces côtes simples d'abord, puis bifurquées, ne subsistent bientôt plus que dans le voisinage de la région ventrale (fig. 3^a). De même dans une couche de passage entre l'Hauterivien et le Barrémien de Majorque, certains individus, tuberculés sur leurs tours les plus anciens passent rapidement par la phase de *Crioceras Duvali* mal caractérisée pour revêtir rapidement les formes du *Crioceras angulicostatum* à tours disjoints et à tours contigus (Pl. X, fig. 3^b, 3^c). Cette dernière espèce apparaît donc comme le résultat de l'évolution dans le temps de deux des formes qui antérieurement donnaient comme adulte le *Crioceras Duvali*; autrement dit c'est la *mutation* de l'espèce connue jusqu'à présent dans l'Hauterivien sous la dénomination de *Crioceras Duvali*. Du passage de la forme type de ce dernier au *Crioceras angulicostatum*, il n'existe encore aucune preuve, mais on n'en saurait conclure cependant qu'il n'a jamais lieu, car il se peut : ou que la forme type se soit éteinte dans l'Hauterivien, ou que les exemples de sa transformation en *Crioceras angulicostatum* aient échappé jusqu'ici aux recherches.

Maintenant, s'il s'agit de se résumer à l'aide de schémas les faits qui viennent d'être exposés, il semble qu'on y parviendra aisément en envisageant premièrement, la convergence des formes qui, différentes dans le principe, vont en suivant le cours de leur développement ontogénique aboutir à un adulte identique; deuxièmement,

(1) Le *Crioceras angulicostatum* a été signalé par Pictet dans des assises à faune nettement hauterivienne. M. Leenhardt a montré depuis que ce fossile formait, dans la région du Mont Ventoux, un niveau constant à la partie supérieure de l'Hauterivien. La découverte de deux *Pulchellia* dans les marnes d'où proviennent mes échantillons me porte à croire que, dans la région baléaire, le *Crioceras angulicostatum* passe dans le Barrémien inférieur.

en considérant l'ensemble des relations qui unissent entre elles les différentes espèces du groupe de *Crioceras Duvali* ainsi que les mutations de cette forme collective.

Schéma n° 1

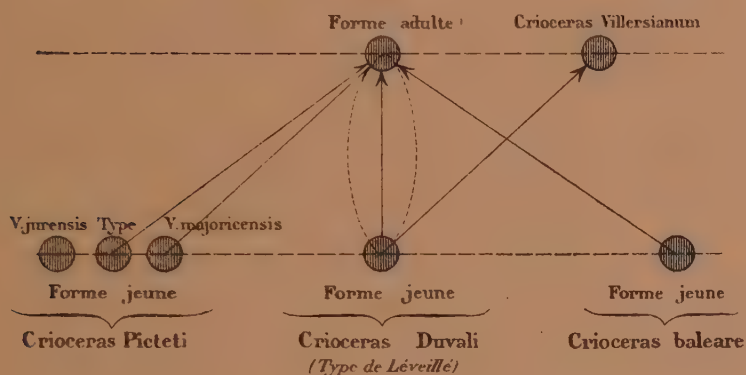
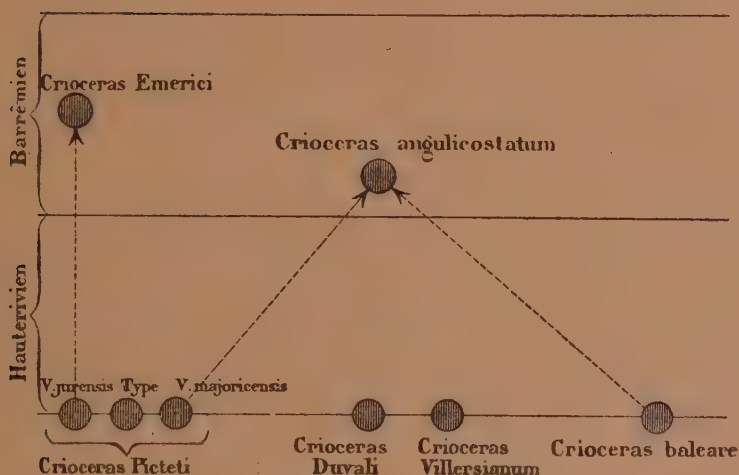


Schéma n° 2



Le schéma n° 1 correspond à la première de ces propositions, le n° 2 à la deuxième.

RÉVISION DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS DE *CRIOCERAS* DU GROUPE
DU *CRIOCERAS DUVALI* (1)

Crioceras Duvali Léveillé

1837. *Crioceratites Duvali* Léveillé. — Mém. Soc. Géol. de France, t. II, 2^e partie, p. 313, pl. 22, fig. 4.
 1844. *Crioceras Duvali* d'Orbigny. — Paléont. Franç. Terrains crétacés, t. I, p. 459, pl. 113.
 1849. *Crioceras Duvali* Queenstedt. — Atlas zu den Cephalopoden, pl. 20, fig. 13.
 1850. *Crioceras Duvali* d'Orbigny. — Prodrôme, t. II, p. 65, n° 55 (17^e étage).
 1854. *Ancyloceras Duvali* Astier. — Catal. descr. des ancyloc. du Néocomien d'Escagnolles, p. 436-440.

L'échantillon qui a servi de base à la description de Léveillé possède comme ornementation, dès les premiers tours, des faisceaux de côtes minces séparées par des côtes plus grosses légèrement renflées à leur extrémité siphonale. Les côtes chez le type sont très légèrement flexueuses; elles sont au contraire droites dans l'excellente figure de Bayle. La différence qui en résulte est si faible qu'elle ne paraît pas de nature à rendre utile la création d'une variété pour les exemplaires présentant le deuxième mode de costulation.

(1) Dans la mesure des *Crioceras*, je nomme diamètre (D) la ligne partant de l'extrémité siphonale du tour le plus externe et passant par le point qui peut être considéré comme l'origine de la spire. Une semblable ligne n'est, du reste, susceptible d'aucune définition mathématique et ses relations avec les courbes qu'elle coupe ne sauraient être représentées en une même équation. Beaucoup de *Crioceras* semblent, en effet, se dérouler suivant des spirales de Bernoulli, mais le plus souvent aussi la courbure de celles-ci se modifie aux divers moments du développement d'un même individu, de telle sorte que les parties successives de chaque spirale sont en réalité des éléments de courbes différentes.

Je nomme L la hauteur du dernier tour comptée sur le diamètre D.

$\frac{L}{D}$ donne le rapport de la hauteur du dernier tour au diamètre, les intervalles séparant les tours compris. Si l'on voulait le rapport exact de ce dernier tour à la totalité des tours précédents, abstraction faite des intervalles, il faudrait calculer à quoi se réduit le diamètre quand les tours arrivent à être au contact les uns des autres. On y arriverait sur des exemplaires à déroulement très régulier, car dans ce cas les deux spirales qui limitent les régions dorsale et siphonale sont des courbes superposables, mais dont la seconde part avec un certain retard sur la première, de façon à venir passer aux mêmes points qu'elle avec retard d'un tour. Dans la pratique, la déformation des échantillons rend presque toujours cette évaluation impossible.

Par *i* je désigne l'espace vide qui sépare l'extrémité dorsale du tour externe de la partie siphonale du tour précédent. Cette longueur est mesurée sur le diamètre.

e est l'épaisseur maxima du dernier tour. Elle est mesurée sur un diamètre perpendiculaire au diamètre siphono-dorsal du plan de l'ouverture.

Les types les plus déroulés ont fourni les mensurations suivantes :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,9} \text{ à } \frac{1}{3,7}$$

Au diamètre de 9 centimètres on a

$$i = 9 \text{ millimètres} \quad e = 13 \text{ millimètres.}$$

chez la majorité des individus observés les mesures varient presque toujours dans les limites suivantes

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,5} \text{ à } \frac{1}{3}$$

Au diamètre de 8 centimètres on a

$$i = 4 \text{ millimètres} \quad e = 14 \text{ millimètres.}$$

Crioceras Villersianum d'Orbigny

1841. *Crioceras Villersianum* d'Orbigny. — Paléontologie Française. Terrains crétacés, t. I; p. 462, pl. 114, fig. 1 et 2.

1849. *Crioceras Villersianum* Queenstedt. — Atlas zu Cephalopoden, pl. 20, fig. 12.

1850. *Crioceras Villersianum* d'Orbigny. — Prodrome, t. II, p. 65, n° 57.

1851. *Ancyloceras Villersianum* — Catalogue des Ancyloceras du Néocomien d'Escagnolles, p. 436-37.

1860. *Ancyloceras Villersianum* Ooster. — Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, 5^e partie, p. 51, pl. 43, fig. 2 et 3.

1861. *Ancyloceras Villersianum* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, p. 48.

Impossible à séparer du *Crioceras Duvali* dans le jeune âge, cette forme s'en distingue surtout dans la suite de son développement par l'espacement plus grand des grosses côtes et par leur renflement en *épine* sur la région siphonale, par la simplicité constante et la flexuosité croissante des côtes minces.

Il semble donc y avoir un exemple de *divergence* dans le cours de l'évolution ontogénique d'individus semblables dans le principe.

Malgré tout, les différences entre *Crioceras Duvali* et *Crioceras Villersianum* adultes restent peu profondes, aussi ces deux *Crioceras* doivent-ils être considérés, à mon avis, comme aussi voisins que peuvent l'être deux formes pour lesquelles on a cru nécessaire de créer des dénominations spécifiques séparées.

Les mensurations effectuées se rapprochent toutes de

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,2}$$

Au diamètre de 9 centimètres, on a

$$i = 5^{\text{mm}}7 \quad e = 17^{\text{mm}} \text{ à } 19^{\text{mm}}.$$

Crioceras Picteti n. sp.

1841. *Crioceras Duvali* d'Orb. — Paléont. Franç. Terrain crétacé, t. I, p. 459, pl. 143.

1861. *Ancyloc. Duvali* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis, fig. 2.

1863. *Crioceras Duvali* Pictet. — Mélanges Paléontologie Suisse, p. 9, pl. 1, fig. 2.

1886. *Crioceras Duvali* var. *undulata* Karsten. — Géologie de l'ancienne Colombie, pl. 1, fig. 3.

Sous ce nom, je désigne le *Crioceras* décrit et figuré par Pictet sous le nom de *Ancyloceras Duvali* (2^{me} type) dans son mémoire sur le terrain crétacé de Sainte-Croix (Matériaux pour la Paléontologie suisse, 1861-1864, 3^e série). Le fragment figuré par Karsten dans la Géologie de la Colombie (planche 1, fig. 3) sous le nom de *Crioceras Duvali* var. *undulata* doit probablement être rapporté à cette espèce. Il ne semble pas toutefois qu'il y ait lieu de créer pour lui une variété, car la faible ondulation des côtes ne le distingue pas suffisamment du *Crioceras Picteti* type dont les côtes ne sont d'ailleurs jamais absolument droites.

Les mesures varient dans les limites ci-après :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,3}$$

Au diamètre de 9 centimètres on a :

$$i = 6^{\text{mm}} \text{ à } 9^{\text{mm}}, \quad e = 16^{\text{mm}} \text{ à } 18^{\text{mm}}.$$

Crioceras Picteti « var. *jurensis* » nobis

1861. *Ancyloceras Duvali* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis, fig. 1.

Ce *Crioceras* est décrit et figuré par Pictet dans l'ouvrage précité sous le nom de « *Ancyloceras Duvali* 1^{er} type ».

Les raisons qu'à fait valoir Pictet pour le séparer de son type n° 2 méritent qu'on l'élève au rang de variété : ce sera la variété « *jurensis* ».

Les mesures ont donné :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{4} \text{ à } \frac{1}{4,5}$$

Au diamètre de 10 centimètres on a :

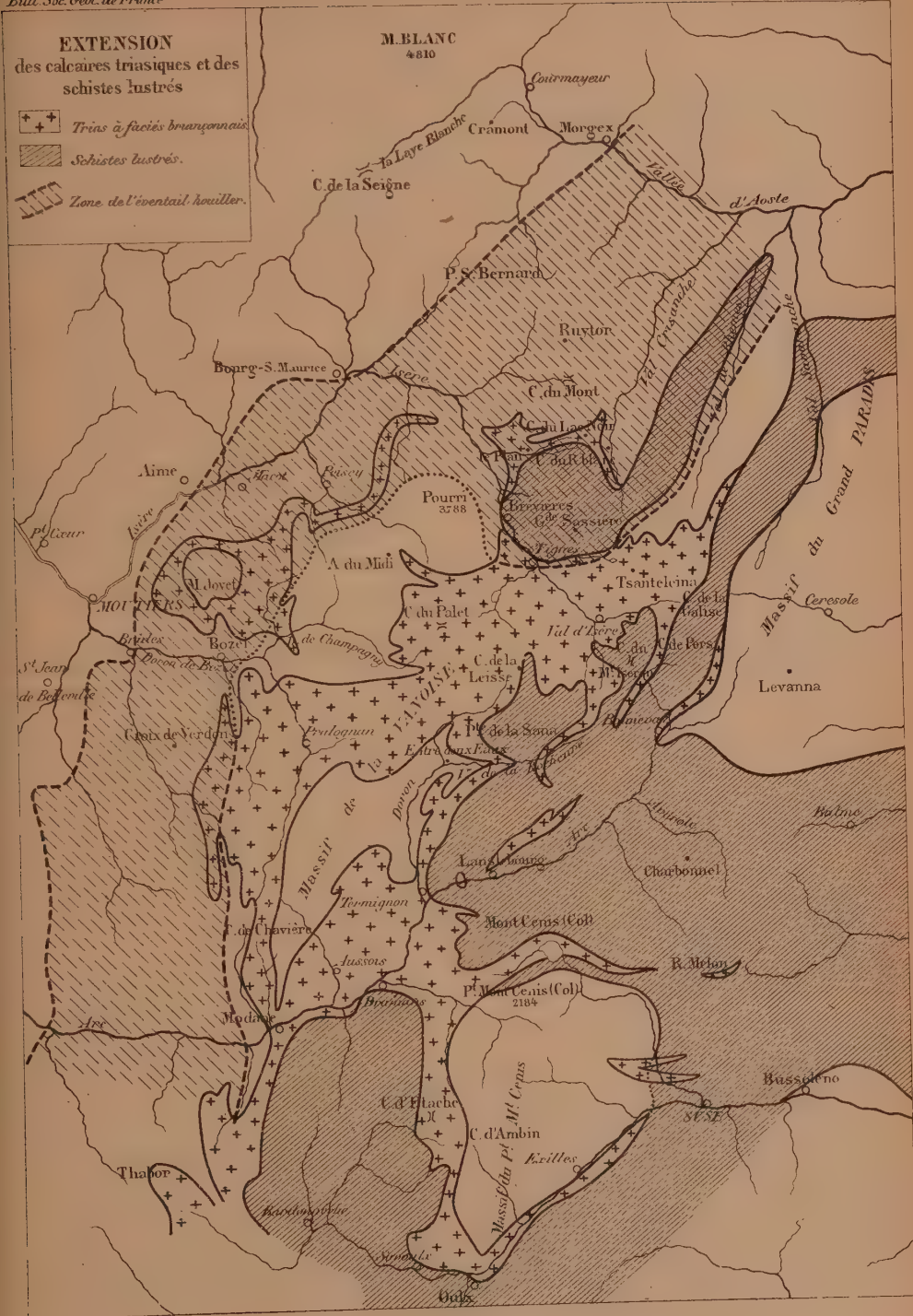
$$i = 6^{\text{mm}}, \quad e = 25^{\text{mm}}.$$

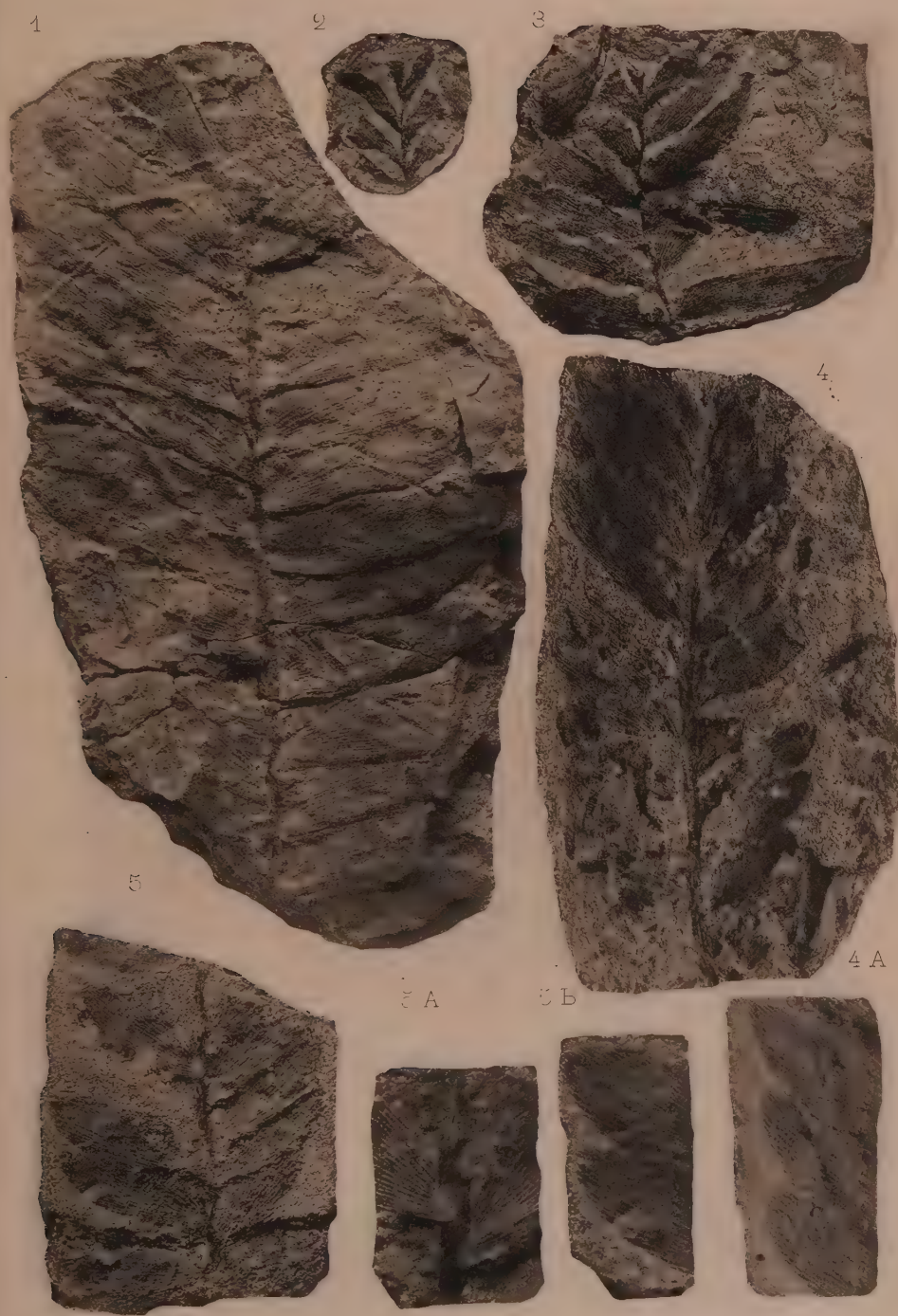
Crioceras Picteti « var. *majoricensis* » nobis (Pl. X, fig. 1)

Cette variété recueillie à Majorque dans les marnes hauteriennes se rapproche beaucoup du *Crioceras Picteti*, type auquel il



Zone de l'éventail houiller.





Sohier et Campy, phot.



Sohier et Campy, phot.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ POUR L'ANNÉE 1894

Président : M. GOSSELET.

Vice-Présidents :

M. LINDER.		M. BOULÉ.		M. FABRE.		M. HAUG.
------------	--	-----------	--	-----------	--	----------

Secrétaires :

M. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Treésorier : M. L. JANET.

Archiviste : M. EM. DE MARGERIE.

Membres du Conseil :

M. GAUDRY.
M. MUNIER-CHALMAS.
M. COTTEAU.
M. PELLAT.

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.

M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 9-12 (T. XXII).

Marcel BERTRAND. —	<i>Études dans les Alpes françaises (Schistes lustrés de la zone centrale (Pl. VII) avec 25 figures dans le texte (fin).....</i>	119
R. ZEILLER. —	<i>Notes sur la flore des couches permienes de Trienbach (Alsace) (Pl. VIII-IX).....</i>	163
H. NOLAN. —	<i>Note sur les Crioceras du groupe du Crioceras Duvali, avec 2 figures dans le texte</i>	183

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 12 décembre 1875*). (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1894

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7
Les 1^{er} et 3^e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
8	5	5	2	7	4	5	3
22	19	19 ^a	16	21	28	19	17

Séance générale annuelle à 5 heures, le Jeudi 29 Mars.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.